Arbeit und Rhythmus.

Der Einfluss des Rhythmus
auf die Quantität und Qualität geistiger und körperlicher Arbeit,
mit besonderer Berücksichtigung des rhythmischen Schreibens.

Inauguraldissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

der ersten Section der hohen philosophischen Facultät

der Universität Zürich

vorgelegt von

Dobri Awramoff.

Genehmigt auf Antrag von Herrn Prof. Dr. Meumann.

Mit fünf Figuren im Text.

Leipzig

Wilhelm Engelmann

1902.

(Sonderabdruck aus: Wundt, Philosophische Studien. Bd. XVIII, Heft 4.)

Einleitung.

Die nachstehenden Versuche verfolgen die Absicht, den Einfluss des Rhythmus auf eine Anzahl specieller körperlicher und geistiger Arbeitsweisen festzustellen, und auf Grund der Resultate der Experimente Aufschluss zu gewinnen über das Wesen rhythmischer Arbeit. Indem dabei rhythmische Arbeit als eine besondere Art von Willensthätigkeit angesehen wird, versucht der Verfasser zugleich einige Folgerungen zu machen über die psychophysischen Grundlagen der Willensthätigkeit überhaupt. Als Arbeiten, die unter dem Einfluss des Rhythmus untersucht wurden, wählte ich:

1. Die Muskelinnervationen beim Heben von Gewichten.
2. Die Reactionen beim Heben von Gewichten.
3. Das Schreiben unter verschiedenen Bedingungen.

1. Einfluss des Rhythmus auf die Quantität der Arbeit.

Zu den nachfolgenden Versuchen wurden zwei verschiedene Formen des Ergographen verwendet. Zuerst ließen wir Hebungen an einem Ergographen mit Zählwerk ausführen, der außerdem die Verbesserung gegen manche frühere Constructionen aufwies, dass die Anlage der Hand und der Finger von Versuch zu Versuch durch besondere Anschläge controllirt werden konnte. Die Arbeit wird dabei an dem Zählwerk bis auf den Millimeter genau abgelesen, die Zeit wurde besonders gemessen mit der Fünftelsecundenuhr. Der Zweck der ersten Ver-

suche war, die rhythmische Arbeit am Ergographen mit der unrhythmischen zu vergleichen. Die Versuche wurden an mehreren Versuchspersonen ausgeführt, von denen nur zwei alle Versuche mitmachten. Die Versuchspersonen arbeiteten in der üblichen Weise. Bei den Beugebewegungen des Mittelfingers der gefesselten rechten Hand wurde ein Gewicht von 5 kg bis zur Ermüdung gehoben. Es ist falsch zu behaupten, dass bei diesen Versuchen eine »totale« Ermüdung vorkomme, weil, wie die Versuche uns zeigten, sofort nach der Ermüdung mit 5 kg noch weiter mit 4 kg gearbeitet werden konnte[1]). Bei den ersten Versuchen arbeiteten die Versuchspersonen so, dass sie sich ganz selbst überlassen wurden.

Anfangs hofften wir, dass die Versuchspersonen hierbei ganz unregelmäßig arbeiten würden, die Versuche haben uns aber gezeigt, dass nach 2—5 Hebungen die Arbeit aus einer ungleichmäßigen in eine regelmäßige, taktmäßige umgewandelt wurde. Dabei war das Arbeitstempo bei verschiedenen Versuchspersonen verschieden, nur bei einer Versuchsperson langsamer als zwei Secunden auf die Hebung und Senkung.

Der durch Senkungen und Hebungen hervorgerufene Rhythmus und zugleich das ihn begleitende (je nach dem Gewicht, der Zeit und der Versuchsperson) angenehme Gefühl wirkten sofort als Reiz zur Umgestaltung der anfangs unregelmäßigen Bewegungen in regelmäßige und rhythmische. Es ist vielmehr unmöglich, auf diese Weise Vergleiche zwischen unrhythmischer und rhythmischer Arbeit am Ergographen anzustellen. Es bleibt daher nur übrig, verschiedene Arbeitstempi bei einzelnen Versuchspersonen unter einander zu vergleichen und daraus Schlüsse auf den Einfluss des Rhythmus zu ziehen. Zuerst wurden Versuche ohne vorgeschriebenes Tempo veranstaltet, wobei der Versuchsleiter seine Aufmerksamkeit darauf richtete, annähernd herauszufinden, welches specifische Tempo diese oder jene Versuchsperson annehme.

Nach diesen Versuchen wurden Versuchsreihen an einzelnen Versuchspersonen bei den verschiedenen vorgeschriebenen Zeiten ausgeführt, die mittelst Metronomschlägen angegeben wurden. Wir

---

[1]) Vgl. Gineff, Prüfung der Methoden zur Messung geistiger Ermüdung. Zürich 1898.

untersuchten die Arbeit bei 40, 60, 100, 120, 160, 140, 120, 100, 80 Metronomschlägen, und zwar wurden bei den verschiedenen Tempi je 2 Versuchsreihen ausgeführt: die erste mit 5 kg, die zweite mit 2 kg. Die folgende Tabelle gibt eine Anschauung von dem Gang dieser Versuche.

Tabelle I.

Datum	Name	Gewicht in kg	Weg in cm	Zeit in Sec.	Gesammtleistung	Zahl der Hebungen	Metron.	Secunden-Effect
9./XI. 1900	Messmer	5	104	85	520	55	—	6,1
	Awramoff	5	88	77	440	50	—	5,7
11./XI. 1900	Messmer	5	102	75	510	60	100	6,8
	Messmer	4	23	38	92	30	100	2,4
	Awramoff	5	128	70	640	60	100	9,1
	Awramoff	4	50	105	200	25	100	1,9
10./XI. 1900	Messmer	5	44	99	220	50	60	2,2
	Messmer	4	32	96	128	50	60	1,3
	Awramoff	5	76	96	380	50	60	3,9
	Awramoff	4	47	126	188	30	60	1,4
9./XI. 1900	Messmer	5	81	203	405	50	40	1,9
	Messmer	4	61	228	256	50	40	1,1
	Awramoff	5	71	140	355	40	40	2,5

Bei allen diesen Versuchen wurde der zurückgelegte Weg automatisch durch den oben beschriebenen Zählapparat aufgenommen, die verflossene Zeit dagegen durch die Viertelsecundenuhr gemessen. Das Gewicht multiplicirt mit dem Weg gab uns die Gesammtleistung in mg. Die Gesammtleistung durch die Zeit dividirt ist gleich dem Effect, der die Leistung in einer Secunde angibt. Also die Gesammtleistung in kgm (bezw. mmg) und der Effect auf eine Secunde berechnet sind die Maße, durch welche die geleistete Arbeit definirt wird.

Wie schon bemerkt wurde, gestaltete sich sogleich nach 2—5 Hebungen bei jeder Versuchsperson die Arbeit am Ergographen rhythmisch, wurde regelmäßig und gleichartig. Nach einer bestimmten Zeit, die je nach Tempo, Gewicht und Person etwas verschieden ausfiel, wurde die Ermüdung spürbar, die Hebungen unregelmäßig ungleichartig und die weitere Arbeit bisweilen unterbrochen. Die einzelnen Hubhöhen wurden nicht gleich groß ausgeführt. Wahrscheinlich verhinderte dies der Trieb nach tactmäßiger Arbeit. Die Leistungen, die hier erreicht wurden, sind in obiger Tabelle mit enthalten (vgl. Reihe 1 und 2). Der Secundeneffect bei der Versuchsperson M. ist 6,1, bei Versuchsperson A. 5,7.

Bei diesen ersten Versuchen wurde also das Tempo der einzelnen Hebungen von den Versuchspersonen gewählt. Man könnte vielleicht erwarten, dass hierbei die Leistungen größer ausfallen; dies geschah aber nicht. Es scheint, dass die Aufmerksamkeit bei der freien Wahl des Tempos zu sehr getheilt wird. Hätten wir unsere Aufmerksamkeit ausschließlich auf die auszuführende Arbeit gerichtet, so hätten wir relativ größere Leistungen bekommen.

Nunmehr gingen wir zu Versuchen mit Angabe des Tempos durch Metronomschläge über. Die Arbeit wurde zuerst bei 40 Metronomschlägen vorgenommen, das Gewicht betrug 5 kg, und sobald die Hebungen wegen der momentanen Ermüdung eingestellt werden, arbeitet die Versuchsperson weiter mit 4 kg. Hierbei war auch die Absicht vorhanden, zu prüfen, ob von einer totalen Ermüdung gesprochen werden darf. Die Gesammtleistung bei der Versuchsperson M. war 405, Effect 1,9, Gewicht 5 kg, Zeit 203″, 50 Hebungen. Bei 4 kg Gewicht dagegen der Effect 1,1. Ein Unterschied von 0,8 g auf die Secunde. Bei Versuchsperson A. Metron. 40, Hebungen 40, Gesammtleistung 355, Zeit 140″, Effect 2,5. Sodann wurden Versuche mit 5 und 4 kg bei 60 und 100 Metronomschlägen in der Minute ausgeführt (Tabelle I); da sich zeigte, dass die Versuchspersonen noch bei weit schnelleren Tempi mit Erfolg arbeiten konnten, gingen wir zu Versuchen mit 120, 160, 140, 120 Metronomschlägen über. Die Reihenfolge wurde so gewählt, um einigermaßen die Wirkung der Uebung auszugleichen. Die Einflüsse der Ermüdung wurden vermieden, indem die Versuchspersonen selten an einem Tage zwei Versuche ausführten, wenn dies aber geschah,

schoben wir eine Pause von mindestens $^3/_4$ Stunde ein. Die Versuche mit kürzeren Metronomzeiten enthält die Tabelle II.

Tabelle II.

Bei Versuchsperson A.							Bei Versuchsperson M.						
Gewicht	Weg	Zeit	Gesammtarbeit	Effect	Hebungen	Metron.	Gewicht	Weg	Zeit	Gesammtarbeit	Effect	Hebungen	Metron.
5	116	61	580	9,5	70	120	5	112	60	560	9,3	60	120
4	64	41	256	6,2	30	120	4	41	40	164	4,1	40	120
5	151	54	755	13,9	70	160	5	105	53	525	9,7	70	160
4	75	30	300	10,0	30	160	4	52	35	200	5,6	50	160
5	125	50	625	12,5	60	140	5	121	65	605	9,3	75	140
4	42	30	168	5,6	35	140	4	76	50	304	6,8	50	140
5	111	60	555	9,2	60	120	5	117	71	585	9,5	70	120
4	23	28	95	3,2	30	120	4	68	49	272	5,5	50	120

Wir fügen dieser Tabelle sogleich eine weitere hinzu, in der bloß der Secundeneffect der Arbeit mit den Metronomzeiten zusammengestellt ist. Zum Vergleich sei angegeben, dass derselbe bei freigewähltem Tempo und 5 kg für Versuchsperson M. 6,1 beträgt, für Versuchsperson A. 5,7 (s. Tabelle I.)

Tabelle III.

Versuchsperson M.		Versuchsperson A.	
Metron.	Uebrige Leistungen	Metron.	Uebrige Leistungen
40	1,9	40	2,5
60	2,2	60	3,9
100	6,8	100	9,1
120	9,3	120	9,5
160	9,7	160	13,9
140	9,5	140	12,5
120	9,5	120	9,5

Aus diesen Tabellen lässt sich sogleich das eine mit Sicherheit ersehen:

Damit eine große Leistung eintritt, muss unbedingt das vorgeschriebene Tempo schneller sein als das selbstgewählte, das bei der normalen Leistung gebraucht wird. Dafür sprechen die Ergebnisse sowohl bei Heben von 5 als bei Heben von 4 kg. Dass es ferner ein individuelles Tempo gibt, ist unzweifelhaft. Wir fanden bei zahlreichen Versuchspersonen, dass sie ein mittleres Tempo von recht verschiedener Dauer bevorzugen. »Absolut« am größten ist die Leistung bei dem selbstgewählten Tempo, d. h. bei diesem Tempo arbeiten wir länger, die Ermüdung tritt später ein und das Unlustgefühl stellt sich erst gegen Ende der Hebungen oder gar nicht ein. Die Gesammtleistung ist aber bei dem vorgeschriebenen Tempo immer größer, sobald dasselbe eine bestimmte Geschwindigkeit erreicht hat. Das individuelle Tempo numerisch zu bestimmen, ist dem Versuchsleiter nicht sicher gelungen. Wahrscheinlich aber liegt es für Versuchsperson M. zwischen 90 und 100, für Versuchsperson A. zwischen 70 und 90 Hebungen in der Minute. Die Ueberschreitung der Gesammtleistung bei selbstgewähltem Tempo beginnt für M. bei Metronom 100, nach der Tabelle I für A. bei derselben Zahl, wahrscheinlich aber etwas früher.

Die Versuche zeigen noch, dass die Leistung nicht nur im allgemeinen vergrößert wird durch das vorgeschriebene Tempo, sondern dass diese Vergrößerung eine bestimmte Gesetzmäßigkeit einhält. Je schneller das Tempo, desto größer wird die Leistung, d. h. in kürzerer Zeit wird mehr geleistet, im Gegensatz zum selbstgewählten Tempo, wo in längerer Zeit weniger geleistet wird.

Das Steigen der Leistungen ist je nach dem Tempo bei gleichschwerem Gewicht und bei verschiedenen Versuchspersonen sehr verschieden. Je schneller das Tempo, desto lebhafter wird das Unlustgefühl gespürt, und zwar bevor die momentane Ermüdung [1]) eingetreten ist. Wird das Tempo langsamer vorgeschrieben, als die Versuchsperson es selbst wählen würde, so tritt das Gefühl der Langweile ein, ein sehr complicirtes und im höchsten Grade unangenehmes »Gefühl«.

[1]) Richtiger würde man von momentaner Arbeitsunfähigkeit sprechen und es dahingestellt sein lassen, wodurch dieselbe verursacht wird.

Die totale Ermüdung, von der bis jetzt gesprochen wurde, verliert nach den vorausgehenden Ueberlegungen die Bedeutung, die man ihr früher zugeschrieben hat (Mosso), und an ihrer Stelle hat man nur momentane Arbeitsunfähigkeit anzunehmen. Wenn wirkliche totale Ermüdung eingetreten wäre, hätten wir keine weitere Leistung hervorbringen können, wir konnten aber, ebenso wie früher Gineff (vgl. die oben angeführte Abhandlung), nach »totaler Ermüdung« mit 5 kg sofort mit 4 kg weiter arbeiten. Hierbei tritt zwar oft ein noch stärkeres Unlust-, ja ein schmerzhaftes Gefühl ein, aber das besagt nichts gegen die Richtigkeit unserer Annahme. Ja wir sind sogar der Ansicht, dass, wenn dies Gefühl nicht so schnell eintreten würde, wir noch mehr zu leisten im Stande wären. Eine sehr kleine Pause genügte, dies zu bestätigen. Die größte Leistung wurde bei Versuchsperson A. bei 160 Metronomschlägen, die geringste bei 40 erreicht. Bei Versuchsperson M. die größte Leistung bei 160, die geringste bei 40. Die Leistung bei dem vorgeschriebenen Tempo also ist, wie die früheren Tabellen auch gezeigt haben, größer als bei selbstgewähltem. Ja die Leistung erweist sich wachsend mit zunehmender Zahl der Metronomschläge. Andererseits tritt bei Verringerung der Zahl der Taktschläge unter das selbstgewählte Tempo eine Verminderung der Leistung ein. Mosso hat bekanntlich nahezu das Umgekehrte angenommen. Die Arbeitsleistung steigt bei ihm mit der Verlangsamung des Tempos, weil bei Mosso der Muskel sich mit der Verlangsamung des Tempos immer mehr ausruht. Dieser Unterschied im Ergebniss ist in der Mosso'schen Versuchstechnik begründet, indem er nach jeder Hebung eine Pause eintreten ließ; das Verfahren ist also vollständig verschieden von der von uns beschriebenen Technik. Wir ließen keine Pausen zwischen den einzelnen Hebungen eintreten, sondern die Hebungen folgten sich continuirlich ohne Ruhepause nach der Streckung, oder die Bewegungen waren, wenn die Versuchspersonen ohne Tempo zu arbeiten hatten, möglichst pausenfrei auszuführen. Bei Mosso trat also nach jeder Hebung eine Erholung des Muskels ein, bei uns nicht. Bei ihm konnte in längerer Zeit mehr, bei uns in kürzerer Zeit mehr geleistet werden. Bei ihm trat die Ermüdung nach längerer Zeit, bei weniger Leistung ein, bei uns nach kürzerer Zeit bei größerer Leistung. Laut unseren obigen Ueberlegungen ist also der vorgeschriebene Takt un-

mittelbar nur geeignet, die Quantität der Arbeitsleistung zu erhöhen. Angenehmer wirkt aber das selbstgewählte, als das vorgeschriebene Tempo. Bei dem selbstgewählten Tempo wird die Ermüdung später und nicht so stark gespürt, als bei dem vorgeschriebenen, ferner wird mehr Arbeitskraft bei vorgeschriebenem Tempo angewandt, als bei dem selbstgewählten. Auffallend ist hierbei die Thatsache, dass wir der gleichmäßigen und gleichartigen Ausführung der Hebungen bei dem selbstgewählten Tempo mehr Aufmerksamkeit schenken, als bei dem vorgeschriebenen; dies ergibt nicht nur die Selbstbeobachtung der Versuchspersonen, sondern auch der Anblick der Curven. Die Qualität der Arbeit wird also durch das vorgeschriebene Tempo verschlechtert und zwar um so mehr, je schneller dasselbe ist.

Zusammenfassung der Resultate.

1. Jede Versuchsperson hat ein bestimmtes Arbeitstempo, das bis zu einer gewissen Grenze veränderlich ist.

2. Bei selbstgewähltem Tempo wird weniger geleistet, aber angenehmer gearbeitet, als bei irgend einem vorgeschriebenen.

3. Das vorgeschriebene Tempo ist nur geeignet, die quantitative Arbeitsleistung bei größerem Energieaufwand zu erhöhen.

4. Je schneller das vorgeschriebene Tempo wird, desto größer wird die quantitative Leistung.

5. Für Hebung eines Gewichtes passt ein bestimmtes Tempo.

6. Bei ansteigendem Tempo wird das unangenehme Gefühl in ein schmerzhaftes verwandelt.

7. Die Hubhöhen sind regelmäßiger bei selbstgewähltem als bei vorgeschriebenem Tempo.

2. Einfluss des Rhythmus auf die Qualität der Arbeit.

Die Versuche, die wir bis jetzt besprochen haben, verfolgten den Zweck, zu zeigen, wie sich die Arbeit am Ergographen ihrer Quantität nach unter dem Einfluss des Rhythmus gestaltet. Es wurde bewiesen, dass der vorgeschriebene Rhythmus eine bedeutende Rolle spielt, ja einen schädigenden Einfluss ausübt, so lange das betreffende Tempo nicht der Qualität der Arbeit, dem Charakter und dem Temperament der Versuchsperson entspricht. Der vorgeschriebene Takt ist nur geeignet, die Quantität der Arbeit zu erhöhen, dagegen sieht man schon aus den bisherigen Versuchen, dass die Qualität der Arbeit verschlechtert wird. Dieser Punkt war noch genauer festzustellen.

Eine zweite Reihe von Versuchen hatte zu ermitteln, wie sich die Arbeit am Ergographen unter dem Einfluss des Rhythmus gestaltet, wenn man ihr den Charakter einer qualitativ werthvollen Leistung gibt. Um dies zu prüfen, wurde folgendes Verfahren eingeschlagen: Neben dem Ergographen wurde das Kymographion aufgestellt. Die Geschwindigkeit der rotirenden Trommel war 40 Secunden auf die Umdrehung. Die Trommel wurde in horizontale Lage gebracht und mit berußtem weißem Glanzpapier überzogen, auf dem eine 0,5 mm breite, weiße Linie um die Trommel herum gezogen wurde. Die Darmsaite des Ergographen wurde jetzt nicht mehr über die Rolle des Zählwerkes gelegt, sondern mit dem Schlitten des Registrirapparates verbunden, an welchem ein Schreibhebel angebracht wurde, der die Hebungen des Gewichtes auf der Trommel aufschreibt. Das Gewicht sollte nun nur so hoch gehoben werden, bis der Schreibhebel jene horizontale Linie auf der Trommel erreichte. Bei diesen Versuchen werden die Fingermuskeln nicht einfach mit größter Kraft contrahirt, sondern die Arbeit erhält zugleich eine gewisse Qualität, indem es durchaus nicht leicht ist, die Hebung jedesmal genau bis zu einem vorgeschriebenen Strich auszuführen. Diese Leistung kann noch erschwert werden dadurch, dass man erstens das Gewicht vergrößert, zweitens das Arbeitstempo

verändert, d. h. schneller oder langsamer macht, drittens den Abstand von der Spitze des Hebels bis zu der gezogenen Linie vergrößert, viertens die Anzahl der Striche vermehrt und dabei speciellere Vorschriften macht, z. B. dass der eine Strich bei der ersten Hebung berührt wird, ein zweiter bei der zweiten u. s. f., hierdurch wird dann zugleich eine Curve von bestimmter Form gefordert. Es ist um so schwieriger, von Hebung zu Hebung den Strich zu erreichen und auch nicht zu überschreiten, je schneller das vorgeschriebene Arbeitstempo und je schwerer das gehobene Gewicht ist. (Wir nennen diese Versuche kurz: Versuche mit beschränkter Hebung).

Bei diesen Versuchen wurde nun in folgender Weise gearbeitet: Die Versuchsperson hob ein 5 kg schweres Gewicht mit dem Mittelfinger ohne Metronom bis zur momentanen Ermüdung. Die hierbei erhaltene Curve wurde als Normalcurve, die Leistung als Normalleistung angenommen, mit welcher die anderen verglichen werden sollten. Darauf wurden nach zwei Tagen Versuche mit 60 Metronomschlägen ausgeführt, wobei 5 kg bis zum Strich gehoben werden mussten, darauf bei 80, 100, 120, 140, 160, 140, 120, 100, 80, 60 Metronomschlägen und ohne Metronom (eine auf- und absteigende Reihe, damit die gleichen Versuche in Bezug auf die Uebung, Gewöhnung und Anpassung verglichen werden konnten). Die Versuchspersonen durften die Trommel nicht aus den Augen verlieren, um den Strich zu sehen, zur Concentration der Aufmerksamkeit und zur Controle der Arbeit. Hier wurde auch bis zur vollen momentanen Arbeitsunfähigkeit gearbeitet; der Versuch wurde fortgesetzt, auch wenn der Strich nicht mehr erreicht wurde, damit die ganze Arbeitsleistung in allen Fällen verglichen werden konnte. Bei größerer Ermüdung ergab sich meist eine gewisse Abweichung der Hebungen von dem Metronomtempo, obgleich die Versuchspersonen selbst nach dem vorgeschriebenen Tempo zu arbeiten glaubten. Nur in einzelnen Fällen wurde die Abweichung von den Versuchspersonen selbst bemerkt. Beim Heben des Gewichtes bis zu einer durch den Arbeitsstrich vorgeschriebenen Höhe wurden vier verschiedene Arbeitszeiten verwendet: einmal das von der Versuchsperson selbst gewählte Tempo, wobei sie die Aufgabe erhielt, den Strich correct zu treffen (qualitative und, im engeren Sinne, psychische Seite der Arbeit) und zugleich das denkbar schnellste Tempo einzuhalten, d. h. es sollte dasjenige

Tempo ausfindig gemacht werden, welches noch gerade eine qualitativ vollkommene Arbeit garantirte; endlich sollte die Arbeit bis zur momentanen Ermüdung fortgesetzt werden (quantitative und physische Seite der Arbeit). Alle Versuche wurden an Personen ausgeführt, die schon die früheren Versuche mitgemacht hatten, also eingeübt waren. Nur zwei Versuchspersonen machten die Versuche bis zum Ende mit. Wiederholt wurden auch ungeübte Personen herangezogen, bei denen sich eine größere Unregelmäßigkeit bei der Ausführung zeigte. Jede Versuchsperson macht bei dem selbstgewählten Tempo zuerst ein längeres Stadium des Probirens durch, wobei das günstige Tempo erst gesucht wird und Hand und Auge auf die richtige Ausführung der Arbeit gerichtet sind. Während dieser Zeit geht die Arbeit ganz unregelmäßig vor sich und ist subjectiv unangenehm, ohne dass der Rhythmus eingehalten und der Strich correct getroffen wird. Hierbei ist das Tempo, nach welchem gearbeitet wird, bedeutend langsamer. So bei ungeübten Versuchspersonen. Bei den geübten dagegen tritt sofort nach 2—3 unregelmäßigen Hebungen die regelmäßige und relativ gleichmäßige ein. Das unangenehme Gefühl bei dem Probirstadium verwandelt sich in ein angenehmes Gefühl. Die Zahl der Hebungen, die diesem Stadium entsprechen, ist individuell und je nach der Schwierigkeit der Arbeit sehr verschieden. Bei dem vorgeschriebenen Tempo wird dieses Stadium des Probirens auch beobachtet. Die Fehler (die als Ueberschreitungen oder zu kurze Bewegungen gemessen werden) sind in diesem Stadium bei selbstgewähltem Tempo bedeutend geringer, als bei dem vorgeschriebenen, am geringsten bei den geübten Versuchspersonen. Hier sehen wir, dass, je schneller das Tempo wird, desto mehr Fehler vorkommen und zwar proportional der Schnelligkeit des Tempos. Dies wird durch folgende Tabelle illustrirt.

Versuchsperson M.

Metronomschläge:	60,	80,	100,	120,	140,	160,	140,	120,	100,	80, 60.
Richtige Hebungen:	43,	28,	20,	17,	15,	12,	14,	22,	24,	26, 31.
Fehler:	3,	22,	15,	27,	38,	30,	31,	31,	14,	11.

Versuchsperson A.

Metronomschläge:	60,	80,	100,	120,	140,	160,	140,	120,	100,	80, 60.
Richtige Hebungen:	38,	25,	21,	15,	12,	11,	13,	16,	19,	27, 30.
Fehler:	9,	21,	20,	39,	37,	34,	28,	34,	28,	22, 10.

Aus diesen Zahlen erhellt, dass mit steigendem Tempo die Fehler sich vermehren bezw. die richtigen Hebungen seltener werden, bei abnehmendem Tempo umgekehrt, nur dass hier die Einübung und der Einfluss des Tempos des vorausgegangenen Rhythmus deutlich zu Tage tritt.

Hier ist noch die Art und Weise, wie die Versuchspersonen die beschränkte Hebung ausführen, zu beschreiben. Dieselbe ist auffallend verschieden. Die eine Versuchsperson erreichte den Strich in einem Zug, bei den anderen macht der ansteigende Ast einer Hubcurve vor Erreichung des Arbeitsstriches stets eine kleine Einbiegung, die Versuchspersonen hemmen die Beugebewegung kurz vor Erreichung der Arbeitslinie und setzen noch eine kleine Contraction zu, mit der sie die Linie erreichen. Die letztere Arbeitsweise scheint das günstigere Resultat zu ergeben. Die Arbeitslinie wird weniger überschritten. Das selbstgewählte Arbeitstempo zeigt nachstehenden Einfluss auf die Arbeitscurve: Qualitativ ist die Arbeit viel besser bei gewähltem als bei irgend einem vorgeschriebenen Tempo, d. h. die Hebungen erreichten den Strich, abgesehen von 2—3 Anfangshebungen, correcter als bei dem vorgeschriebenen, bei welchem die Arbeitslinie häufig gar nicht getroffen wurde. Ueberschreitungen kommen seltener vor, doch ist das verschieden, je nach der Versuchsperson. Das Gefühl, das sich hierbei einstellte, war bedeutend angenehmer als bei dem vorgeschriebenen Takt. Die Versuchspersonen waren aufmerksamer als bei dem vorgeschriebenen Tempo. Was die quantitative Seite der Arbeit anbelangt, so konnten wir auch jetzt constatiren, dass die Arbeitsleistung bei dem vorgeschriebenen Tempo größer war, als bei dem gewählten und als diejenige der gewöhnlichen ergographischen Versuche. Das heißt also, wenn die Versuchsperson eine qualitativ werthvolle Arbeit zu leisten hat, so leistet sie auch quantitativ mehr als bei dem bloßen Wechsel von Hebung und Senkung! In diesem Punkte müssen wir das vorläufige Resultat der Experimente von Frln. M. K. Smith berichtigen (vgl. Philos. Stud. XVI. S. 303).

Um die Qualität und die Quantität der Arbeit zu zeigen, mögen hier einige Zahlen angegeben werden. Bei den Hebungen bedeutet z. B. 28/47, dass 28 Hebungen die Linie annähernd erreichten, während bei den letzten 47 die Curve unter die Linie sank.

Tabelle IV.

Datum	Gewicht	Weg	Zeit	Gesammtarbeit	Hebungen	Fehler +	Fehler —	Richtige Hebung.	Effect	Metron.-Schläge	Versuchsperson
27./XI. 1900	5	100	75	500	28/47	—	1	27	6,6	—	M.
30./XI.	5	137	125	685	46/64	2	1	43	5,4	60	M.
30./XI.	5	175	90	875	45/86	15	13	17	9,7	120	M.
27./XI.	5	98	94	490	32/47	11	15	21	5,2	—	A.
27./XI.	5	115	105	575	47/80	5	4	38	3,4	60	A.
27./XI.	5	135	35	675	54/82	15	24	15	7,9	120	A.

Um zu zeigen, wo qualitativ und quantitativ am günstigsten gearbeitet wurde, mögen folgende zwei Tabellen dienen, die erste für die Qualität, die zweite für die Quantität der Arbeit.

Tabelle V.

Datum	Gewicht	Weg	Zeit	Gesammtarbeit	Hebungen	Fehler +	Fehler —	Richtige Hebung.	Effect	Metron.-Schläge	Versuchsperson
Qualitative Seite der Arbeit											
30./II. 1900	5	115	180	775	50/83	14	8	28	4,3	80	M.
30./II.	5	114	100	550	46/70	9	12	25	5,0	80	A.
Quantitative Seite der Arbeit											
6./XII. 1900	5	169	80	845	42/89	11	16	15	10,5	140	M.
6./II.	5	173	80	865	50/105	19	19	12	10,2	160	M.
6./II.	5	143	75	715	47/87	15	21	11	9,5	140	A.
6./II.	5	135	85	635	54/82	15	24	15	7,9	120	A.

In Fällen, in welchen durch die beschränkte Hebung eine qualitativ schwierige Arbeit ausgeführt wird, ist die Gesammtleistung jeder

Versuchsperson relativ viel größer, als die Gesammtleistungen bei den gewöhnlichen Versuchen, bei welchen der Finger einfach vollständig gebeugt wurde. Um dies zu zeigen, mögen folgende Tabellen gegeben werden.

Tabelle Va.

Versuchsperson Awramoff	Metronomschläge 100 ohne Strich	Metronomschläge 100 bis zum Strich	Metronomschläge 140 ohne Strich	Metronomschläge 140 bis zum Strich
Hebungen	60	70	60	87
Gesammtleistung	640	650	625	715
Effect	9,1	7,0	12,5	9,5
Versuchsperson Awramoff	Metronomschläge 60 ohne Strich	Metronomschläge 60 bis zum Strich	Metronomschläge 120 ohne Strich	Metronomschläge 120 bis zum Strich
Hebungen	50	80	60	70
Gesammtleistung	380	460	580	675
Effect	3,9	4,2	7,5	7,9
Versuchsperson Messmer	Metronomschläge 100 ohne Strich	Metronomschläge 100 bis zum Strich	Metronomschläge 140 ohne Strich	Metronomschläge 140 bis zum Strich
Hebungen	60	55	75	99
Gesammtleistung	510	625	605	875
Effect	6,8	10,2	9,3	10,3
Versuchsperson Messmer	Metronomschläge 160 ohne Strich	Metronomschläge 160 bis zum Strich	Metronomschläge 120 ohne Strich	Metronomschläge 120 bis zum Strich
Hebungen	70	105	70	101
Gesammtleistung	525	865	585	875
Effect	9,7	10,2	9,5	10,2

Wie hier deutlich zu Tage tritt ist die Gesammtleistung bei qualitativ schwieriger Arbeit größer. Bei Metronomschlägen 100 (Versuchsperson A.) bei dem gewöhnlichen Versuche, d. h. ohne Beschränkung der Hebungen, haben wir eine Gesammtleistung von 640 mg, bei demselben Tempo mit Beschränkung, d. h. bei Hebungen bis zum Strich haben wir 650, bei 140 Metronomschlägen ohne Strich 625, mit Strich 715, bei 60 Metronomschlägen eine Gesammtleistung von 380 mg, mit Beschränkung 460; bei 120 Metronomschlägen beläuft sich die Gesammtleistung auf 580 ohne Strich, mit Strich dagegen auf 675 mg. Dasselbe gilt auch in Bezug auf die Hebung und den Effect, obgleich hier nicht so prägnant. Dieselben Resultate finden wir bei Versuchsperson M. Hier zeigen sich ganz andere Verhältnisse, als man a priori erwarten sollte; die Gesammtleistung ist maßgebend, der Effect dagegen nicht so constant, er variirt bei einzelnen Versuchspersonen. Als Ursache dieser großen Leistung geben die Versuchspersonen, wie ich auch an mir selbst verfolgt habe, folgendes an: »Unsere ganze Aufmerksamkeit ist darauf gerichtet, dass der Strich genau erreicht werde, und die Hebungen gehen ganz automatisch vor sich, in Folge dessen werden die Hebungen bezw. die Gesammtleistungen größer, als bei den gewöhnlichen Versuchen, wo wir auf das Aufhören der Versuche achten.«

Nach dem Versuch aber wird die Ermüdung gefühlt und zwar stärker als bei den gewöhnlichen Versuchen. Es scheint also mehr Energie verbraucht zu werden bei der qualitativ schwierigen Arbeit. Auch die Art der Ausführung der qualitativ schwierigen Arbeit ist interessant. Im Anfang der Versuche vermögen wir kaum den Finger mit dem angegebenen Tempo zu contrahiren, wir kommen immer dem Tempo nach, also führen wir gewissermaßen die Hebungen reagirend aus; nach einiger Zeit fällt die Hebung mit dem Taktschlag zusammen, wir arbeiten coïncidirend, später aber geht die Bewegung dem Tempo voran, d. h. die Hebungen werden voreilend ausgeführt. Bei den qualitativ bestimmten Versuchen ist ferner die subjective Ermüdung sehr stark, sie steigert sich bis zum schmerzhaften Gefühl. Die Muskeln der Hand zittern nach den Versuchen und die motorische Energie erschlafft. Weitere Hebungen sind dann nicht ausgeschlossen, aber nur mit größeren Anstrengungen und nicht andauernd ausführbar. Diese Thatsache ist nicht so scharf bei den gewöhnlichen Versuchen

ausgeprägt, bei der gewöhnlichen und ohne Tempo auszuführenden Arbeit; gar nicht bei denjenigen Versuchen, wo das Tempo von der Versuchsperson gewählt wird. Hier sehen wir recht eigentlich die schädigende Rolle des Rhythmus bei der Arbeit.

Die voreilenden Bewegungen sind ferner sehr günstig in Bezug auf die Qualität der Arbeit, besonders günstig erweist sich die voreilende Bewegung wie mir scheint dann, wenn die Arbeit vollständig beherrscht wird und automatisch geworden ist.

Nach unserer Beobachtung ist ferner die Aufmerksamkeit der primäre unterstützende Factor speciell bei dieser Art von Arbeit und im allgemeinen bei ergographischen Versuchen. Dagegen spielen die Gefühle mehr die Rolle einer Begleiterscheinung, die sehr verschieden sein kann, Lust, Unlust, Spannung, Erregung, Vorbereitungsgefühl, je nach der Schwierigkeit der betreffenden Ausführung, oder je nach dem Tempo, nach dem sich die Arbeit zu richten hat (vorgeschrieben oder angegeben).

Bei diesen Versuchen scheint ferner für jedes Gewicht ein Tempo der Hebungen zu existiren, bei welchem ein Maximum der Arbeit erreicht wird.

Die qualitative Arbeitsleistung bei den beschränkten Hebungen stellt sich heraus wie folgt: Die beste qualitative Arbeitsleistung bei der beschränkten Hebung tritt ein bei einem ganz bestimmten, individuell sehr verschiedenen Arbeitstempo, bei welchem jede Versuchsperson, die ihre Muskelkraft, ihrem Temperament, ihrem Charakter und ihrer von Hause aus gewohnten Arbeitsgeschwindigkeit genau entsprechende Succession der Hebungen inne hält. Trifft man dieses individuell passende Arbeitstempo, so wird die relativ beste Arbeitsqualität garantirt. Die Quantität der Arbeitsleistung aber vergrößert sich mit der wachsenden Zahl der Metronomschläge. Also bei vorgeschriebenem Tempo wird mehr geleistet, aber schlechter ausgeführt.

Das selbstgewählte Tempo ist bei verschiedenen Individuen bedeutend schneller, als das Zweisecundentempo. So z. B. wählte A. durchschnittlich 80 Hebungen in der Minute. In demselben Tempo arbeitete auch M.

Die bisherigen Versuche haben uns gezeigt, dass der qualitativ günstigste Erfolg erreicht wird, wenn das Tempo der Arbeit den Kräften des Arbeitenden und der Qualität der Arbeit entspricht und

immer erst dann, wenn die Arbeit qualitativ beherrscht wird. So lange das Stadium des Probirens andauert, wird, wenn der Arbeitende das Tempo selbst wählt, die Arbeit correcter ausgeführt, als wenn es vorgeschrieben ist. Der Rhythmus wirkt schädigend auf die Qualität der Arbeit, so lange der Arbeitende diese nicht völlig beherrscht und die Bewegungen nicht automatisch geworden sind.

Im Anschluss an diese zweite Versuchsreihe wurde eine dritte Reihe von Versuchen mit derselben Absicht ausgeführt. Hier wurden zwei Striche am berußten Papier der Kymographiontrommel gezeichnet. Der Abstand zwischen beiden war 0,5 cm und der Schreibhebel musste 1,5 cm gehoben werden. Das Gewicht sollte bis zum höchsten Strich gehoben, dann bis zum zweiten Strich gesenkt, hierauf wieder bis zum ersten und endlich in die Ausgangslage zurückgeführt werden. Jede Senkung und Hebung wird während eines Metronomschlages vollführt. Hier ist die Arbeit etwas erschwert, da immer erst nach vier Metronomschlägen der Muskel in die Ruhelage zurückkehrt, während bei den früheren Versuchen nach dem zweiten Schlag die Ruhestellung eintrat.

Bei einem weiteren Versuch bestand die Erschwerung der Arbeit darin, dass bei der Senkung über dem zweiten Strich eine kleine Hebung eingeschaltet wurde, wie aus der nebenstehenden Figur zu ersehen ist.

Hierbei wurden Senkung und Hebung je bei einem Metronomschlag ausgeführt.

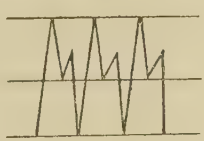

Fig. 1.

Es ist nicht so leicht, die eingeschaltete Hebung einzuhalten und die Senkung trotzdem in einem Metronomschlag auszuführen. Das schmerzhafte Gefühl und die Ermüdung traten viel lebhafter und schneller ein, als bei den früheren Versuchen.

Auch diese Versuche wurden mit 5 kg Gewicht und bei 120, 140, 160, 60, 100 und 120 Metronomschlägen ausgeführt.

Die Resultate, die wir bei dieser zweiten Versuchsreihe gewonnen haben, weichen von den früheren nicht wesentlich ab. Dies zeigt die folgende Tabelle.

Tabelle VI.

Versuchsperson Messmer				Versuchsperson Awramoff			
Datum	Metronomschläge	Hebungen	Richtige Hebungen	Datum	Metronomschläge	Hebungen	Richtige Hebungen
19./XII. 1900	60	39/44	31	15./XII. 1900	60	34/54	31
	140	50/68	21	19./XII. 1900	120	43/64	23
	100	38/48	20		100	52/64	21

Zusammenfassung der Resultate.

Die Resultate die hierbei gewonnen wurden, lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Jede Versuchsperson hat ein specifisches Tempo, bei dem qualitativ am günstigsten gearbeitet wird, dies Tempo ist nur bis zu einer gewissen Grenze veränderlich.

2. Das selbstgewählte Tempo ist rascher als das Zweisecundentempo.

3. Bei selbstgewähltem Tempo ist die Arbeit im Stadium des Probirens regelmäßiger als bei vorgeschriebenem Tempo.

4. Bei selbstgewähltem Tempo ist die Qualität der Arbeit viel besser, als bei dem vorgeschriebenen.

5. Die quantitative Gesammtleistung ist geringer bei selbstgewähltem, als bei vorgeschriebenem Tempo.

6. Die quantitative Gesammtleistung ist bei der beschränkten Hebung größer, als bei den gewöhnlichen (unbeschränkten) Hebungen.

7. Bei steigendem Tempo wächst die Leistung, verschlechtert sich die Arbeit und umgekehrt.

8. Bei selbstgewähltem Tempo wird mit angenehmem, dagegen bei vorgeschriebenem mit unangenehmem Gefühl gearbeitet.

9. Mit der Uebung und Gewöhnung gestalten sich die Curven gleichmäßiger.

10. Mit der Ermüdung nehmen die Curven an Höhe ab.

11. Die Aufmerksamkeit ist der unterstützende Factor bei den ergographischen Versuchen, das Gefühl hat den Charakter einer bloßen Begleiterscheinung.

12. Die positive Wirkung des Rhythmus auf das Bewusstsein zeigt sich hauptsächlich als Anregung und Antrieb.

13. Jedem Gewicht entspricht ein bestimmtes günstigstes Tempo.

14. Das selbstgewählte Tempo bei beschränkten Hebungen deckt sich nicht mit demjenigen bei unbeschränkten Hebungen.

3. Reactionsversuche.

Eine bis jetzt noch nicht berührte Seite der Beziehungen zwischen Arbeit und Rhythmus ist der Gegenstand der nächsten Versuche. Es lässt sich die interessante Frage aufwerfen: Wie gestaltet sich die Reactionszeit unter dem Einfluss des Rhythmus? Aus Gründen, die später erwähnt werden, arbeiteten wir nur immer mit Schallreactionen. Als Reactionssignal diente der kurze scharfe Knall, der beim kräftigen Niederschlagen eines Morsetasters entsteht.

Zur Beantwortung dieser Frage sollte die Reactionszeit graphisch gemessen werden und die ohne Rhythmus gewonnenen Reactionszeiten mit den unter dem Einfluss des Rhythmus ausgeführten verglichen werden.

Die Technik der Versuche war die folgende. Es wurde wieder am Ergographen gearbeitet. Die Hand wurde wie bei den gewöhnlichen ergographischen Versuchen gefesselt. An dem Faden, an den die Gewichte angehängt wurden, brachten wir noch eine Schnur an, die durch Rollen mit einem Hebel verbunden war, der die Fingerbewegung an der Kymographiontrommel registrirte. Hinter der Versuchsperson stand ein Morsetaster, auf welchem die Signalschläge gegeben wurden, auf welche die Versuchsperson zu reagiren hatte. In dem Moment des Stromschlusses, der durch den Schlag des Tasters herbeigeführt wurde, registrirt ein Pfeilscher Zeitmarkirer den Schlag auf dem berußten Trommelpapier. Als Reaction auf die Perception des Schlages sollte die Versuchsperson das Gewicht heben. Der Schreibhebel des Ergographen zeichnete dann auf der Kymographiontrommel eine Curve, die Reactionscurve der Gewichtshebung. Die Raumstrecke nun, von dem registrirten Schlagmoment bis zum ersten Aufstieg der Curve gab uns die graphische Darstellung der Reactionszeit, die Curve selbst gab uns außer der Reactionszeit auch einen Einblick in den Verlauf der Hebungen. Dieselbe Einrichtung

wurde auch benutzt bei den rhythmischen Reactionsversuchen, sie unterschied sich nur darin, dass wir hierbei den Zeitsinnapparat benutzten. In diesem Falle wurde der Schallhammer in die Leitung eingeschaltet, der bei jedem Stromschluss an den Contacten des Zeitsinnapparates nacheinanderfolgende Schläge hervorbrachte. Die Schnelligkeit dieser Schläge hängt natürlich von den Contactabständen und von der Geschwindigkeit der Rotation des Zeigers am Zeitsinnapparate ab. Sobald der Apparat sich in Bewegung setzte, musste die Versuchsperson versuchen, auf jeden Schlag des Schallhammers mit einer Reactionsbewegung am Ergographen zu antworten. Auf diese Weise führten wir rhythmische Reactionen mit belastetem Finger aus. Die Zwischenzeit zwischen je 2 Reactionen betrug dabei meist ungefähr 2 Secunden, doch bedingte die Versuchseinrichtung gelegentlich kleine Veränderungen dieses Tempos.

Die Versuchspersonen die hier Theil genommen haben waren: Herr Messmer, Schweizer; Herr Awramoff, Bulgare; Frln. Gradinaroff, Bulgarin; Herr Dr. phil. Fassbender, Schweizer; Herr Dr. Hielscher, Deutscher; Frln. Popowa, Bulgarin, und Herr Prof. Meumann (Deutscher). Die Angabe der Nationalitäten ist, wie wir sehen werden, nicht uninteressant.

Die Versuche wurden in folgender Weise ausgeführt: Es sollte von jeder Versuchsperson ein Gewicht von 3 kg ohne rhythmische Wiederholung, mit einer einzelnen Hebung nachdem der Schlag appercipirt war, gehoben werden. Der Schallhammer oder Taster stand hinter der Versuchsperson, damit sie nicht wissen konnte, wann der Schlag erfolgen sollte.

Je 30 Reactionszeiten wurden von jeder Versuchsperson gemessen, deren arithmetisches Mittel die Entscheidung zu geben hatte. Da die meisten Versuche gute Resultate ergaben, glauben wir, dass diese Mittelzahlen einwandsfrei sind.

Bei diesen Versuchen sollen sowohl die Länge der Reactionszeiten, als auch die horizontale Länge und die Höhe der Curven, und ihre Formen berücksichtigt werden, denn wie wir später sehen werden, haben sich dieselben unter dem Einfluss der Geschwindigkeit des Tempos und der Größe des Gewichts verändert. Die Versuchsperson, deren Hand und Finger am Ergographen gefesselt ist, hebt z. B. 3 kg Gewicht, unmittelbar nachdem der Schlag appercipirt wor-

den war. Der Schlag wird von dem Versuchsleiter durch den Taster gegeben.

Wir haben hier die höchste Geschwindigkeit der Kymographiontrommel angewandt, nämlich 1,7 Sec., die beständig dieselbe bis zum Schluss der Versuche blieb. Nachdem bei jeder Versuchsperson 30 Reactionscurven mit ihren Reactionszeiten von den Versuchen mit 3 kg ohne Rhythmus gesammelt wurden, arbeitete sie mit 3 kg und mit rhythmischer Wiederholung der Reactionen. Hierauf wurden Versuche bei Hebungen von 5 kg ohne und dann mit rhythmischer Wiederholung angestellt, dann mit 7 kg ohne und später mit Tempo (die letzteren Experimente wurden nur an einer Versuchsperson ausgeführt).

Die Reactionszeiten.

Um eine Entscheidung über die hier zu Beginn dieser Versuche gestellte Frage zu geben, müssen wir die gewonnenen Resultate einer genaueren Betrachtung unterziehen. Wir begannen mit Hebungen von 3 kg und ließen in der Regel nur 10 Reactionen nach einander ausführen. Eine ganze Versuchsreihe von 30 Versuchen nahm daher mehrere Tage in Anspruch. Eine solche Vertheilung der Reactionen ist bei belastetem Muskel geboten, wenn man störende Muskelschmerzen vermeiden will. Um eine Uebersicht über die einzelnen Reactionszeiten zu erhalten, mag die folgende Tabelle eingeschoben werden. Der Einfachheit halber geben wir die direct abgelesenen Rohzahlen, also die Reactionszeiten in mm.

Tabelle VII.

Versuchsperson Messmer, Gewicht 3 kg.

18./I.	22./I.
1. 57 mm	1. 77 mm
	2. 79 »
2. 96 »	3. 62 »
	4. 66 »
3. 58 »	5. 70 »
	6. 61 »
4. 70 »	7. 109 »
Summa = 281 mm	Summa = 524 mm
Arithmet. Mittel 70,25.	Arithmet. Mittel 74,99.

25./I. Vormittag.		25./I. Nachmittag.	
1.	84 mm	1.	69 mm
2.	61 »	2.	64 »
3.	63 »	3.	54,5 »
4.	95 »	4.	57 »
5.	75 »	5.	63 »
6.	93 »	6.	67 »
7.	62 »	7.	52,5 »
8.	90,5 »	8.	56 »
9.	84 »	9.	59 »
10.	69 »		
Summa	= 776,5 mm	Summa	= 542 mm
Arithmet. Mittel	77,65.	Arithmet. Mittel	60,29.

Das Mittel aller Reactionen ist 70,778.

Versuchsperson Awramoff, Gewicht 3 kg.

18./I.		21./I.		22./I. Vormittag.	
1.	83 mm	1.	40 mm	1.	46,5 mm
2.	49,5 »	2.	47,5 »	2.	92 »
3.	50 »	3.	40 »	3.	58,5 »
4.	42,5 »	4.	71,5 »	4.	67,5 »
5.	45 »	5.	46 »	4	= 264,5 mm
6.	38 »	5	= 245 mm		
6	= 308 mm				

22./I. Nachmittag.		23./I. Vormittag.		23./I. Nachmittag.	
1.	45,5 mm	1.	47 mm	1.	44,5 mm
2.	46 »	2.	40 »	2.	55 »
3.	48 »	3.	53 »	3.	56 »
4.	50 »	4.	42,5 »	3	= 220 mm
5.	52,5 »	5.	40 »		
6.	45 »	6.	40 »		
6	= 287 mm	6	= 262 mm		

Das Mittel aller Reactionen ist 52,88.

Versuchsperson Dr. Fassbender, Gewicht 3 kg.

4./I.	Vormittag	15 Reactionszeiten	= 663 mm
4./I.	Nachmittag	9 »	= 414 »
4./I.	»	6 »	= 223 »

30 Reactionszeiten belaufen sich auf 1299 mm, das arithmetische Mittel = 43,3 mm.

Versuchsperson Frln. Gradinarowa.

21./I.	Vormittag	6 Reactionszeiten	= 300	mm
21./I.	Nachmittag	4 »	= 230,5	»
22./I.	Vormittag	2 »	= 139	»
23./I.	Vormittag	6 »	= 362	»
		18 Reactionszeiten		
23./I.	Vormittag	5 Reactionszeiten	= 292	mm
23./I.	Nachmittag	3 »	= 184	»
2./II.	Vormittag	4 »	= 198,5	»
		12 Reactionszeiten		

30 Reactionszeiten auf 1709 mm, arithmetische Mittel = 56,93 mm.

Hier können wir die individuellen Unterschiede bemerken, so z. B. das arithmetische Mittel von 30 Reactionszeiten bei einer Versuchsperson 70, bei der anderen 52, bei der dritten 43, bei der vierten 56 mm.

Die einzelnen Reactionszeiten fallen, wie aus dem eben Gezeigten deutlich hervorgeht, sehr verschieden groß aus, denn viele Umstände kommen dabei in Betracht. Vor allem ist die Anpassung der Impulsstärke an das Gewicht eine schwierige Versuchsbedingung, da diese Anpassung bald richtig getroffen wird, bald so zu sagen vergessen wird.

Hier wollen wir die Frage der sensoriellen und muskulären Reactionszeiten in Rücksicht auf diesen Thatbestand in Betracht ziehen. Wir betrachten es als Thatsache, dass, wenn unsere Aufmerksamkeit auf die auszuführende Bewegung gerichtet ist, die Reactionszeiten kürzer ausfallen, als wenn sie sich auf den Sinneseindruck lenkt. Bei unsern Versuchen waren die Versuchspersonen angewiesen, auf den Schall zu achten, allein es kam kein rein sensorieller Reactionstypus zu Stande, weil es nicht so leicht ist, das aufgehängte Gewicht im Moment der Reactionsbewegung zu heben. Die Aufmerksamkeit richtete sich dadurch gegen die Absicht der Versuchspersonen oft wieder auf die Bewegung. Am meisten Bedeutung hat dieser Umstand für die Reactionscurven, die wesentlich dadurch verändert werden. Auf diesen Umstand führen wir hauptsächlich die größere Unregelmäßigkeit der Reactionszeiten bei den unrhythmischen Reactionen zurück.

Bei der rhythmischen Ausführung verhält es sich anders und es muss sich anders verhalten. Hier achten wir hauptsächlich, ja manch-

mal ausschließlich auf die auszuführende Bewegung. Darin muss der Grund der Kürze der rhythmischen Reactionen gesucht werden. Für besonders auffallend kürzere Reactionen werden wir ferner das Gewicht, die Schnelligkeit des Tempos, die Beherrschung der Arbeit die physische Disposition und das Automatischwerden der Arbeit in Betracht zu ziehen haben, nicht weniger soll beachtet werden auch das individuelle Moment, das specifische jeder Person eigenthümliche Tempo. Die hauptsächlichste Wirkung des Rhythmus scheint darin zu bestehen, dass er den Reagenten zwingt, sich für die auszuführende Bewegung bereit zu halten, und diese gleichmäßige Bereitschaft der Aufmerksamkeit mag neben ihrer motorisch-muskulären Richtung bewirken, dass die Reactionen kürzer werden. Der Zwang wird deutlich dargethan bei der ersten Bewegung (Ausführung) der Reaction. Hier bekommen wir bei allen Versuchspersonen die kürzeste Reactionszeit. Bei den unrhythmischen Versuchen dagegen ist die Aufmerksamkeit auf den Sinneseindruck gerichtet, besonders bei der ersten Ausführung, deshalb ist hierbei die erste Reaction länger; doch ist dieser Thatbestand nicht bei allen Versuchspersonen gleich deutlich zu beobachten. Bei den rhythmischen Reactionen ist ferner kein Willensact zu beobachten, die Bewegungen werden automatisch, reflexartig, in Folge dessen werden sie ebenfalls regelmäßiger, gleichartiger und kürzer, als diejenigen bei den unrhythmischen Reactionen. Wir schließen nunmehr die Resultate mit Reactionen bei 5 kg Belastung an. In Tabelle VIII sind solche zusammengestellt, und zwar zunächst bei Reactionen ohne Rhythmus.

Tabelle VIII.

Versuchsperson M.

21./I.	7 Reactionszeiten	= 371,5	mm.
23./I.	8 »	= 645,5	»
31./I. Vormittag	9 Reactionszeiten	= 584,5	mm.
31./I. Nachmittag	6 »	= 301	»

30 Reactionszeiten belaufen sich auf 1902 mm, das arithmethische Mittel davon = 63,416.

Versuchsperson A.

28./I. Vormittag.	9 Reactionszeiten	= 459	mm.
28./I. »	10 »	= 531	»
28./I. Nachmittag.	2 »	= 112	»
28./I. »	2 »	= 467	»

30 Reactionszeiten belaufen sich auf 1596 mm; das arithmetische Mittel davon = 53,2.

Der Unterschied zwischen den Reactionszeiten beim Heben von 3 kg Gewicht und beim Heben von 5 kg Gewicht besteht darin, dass die Reactionszeiten bei 5 kg kürzer als bei 3 kg ausfallen. Ferner findet sich eine größere Regelmäßigkeit in der Ausführung der einzelnen Reactionszeiten beim Heben von 5 kg, als beim Heben von 3 kg. Beim Heben von 7 kg Gewicht besteht wiederum eine größere Gleichmäßigkeit und eine größere Regelmäßigkeit der Hubhöhen, als beim Heben von 5 kg Gewicht. Die Reactionszeiten aber scheinen sich bei 7 kg wenig zu verändern.

Versuchsperson A., 7 kg.

30 Reactionszeiten = 1578 mm, arithmetisches Mittel davon = 52,6.

Versuchsperson A., 5 kg.

30 Reactionszeiten = 1596 mm, arithmetisches Mittel davon = 53,2.
Also Differenz von 0,4 cm.

Nach dieser allgemeinen Uebersicht über die ausgeführten Reactionszeiten bei verschiedenen Gewichten ohne und mit Rhythmus bleibt uns noch ein Vergleich übrig zwischen den mit und ohne Rhythmus ausgeführten Reactionszeiten.

Zur größeren Anschaulichkeit stellen wir die Resultate beider Reihen nebeneinander, und zwar nur deren arithmetische Mittel (vgl. Tabelle IX).

Tabelle IX.

Versuchsperson M.

3 kg ohne Tempo	3 kg mit Tempo
30 Reactionszeiten = 2123,5	30 Reactionszeiten = 1234
Arithmetisches Mittel = 70,783	Arithmetisches Mittel = 41,13

Versuchsperson Dr. F.

3 kg ohne Tempo	3 kg mit Tempo
30 Reactionszeiten = 1299	30 Reactionszeiten = 1077
Arithmetisches Mittel = 43,3	Arithmetisches Mittel = 35,9

Versuchsperson A.

3 kg ohne Tempo	3 kg mit Tempo
30 Reactionszeiten = 1586,5	30 Reactionszeiten = 1295
Arithmetisches Mittel = 52,883	Arithmetisches Mittel = 43,16

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass mit Tempo ausgeführte Reactionszeiten bedeutend kürzer als die ohne Tempo ausgeführten sind. Wir geben hier auch die Tabelle über die beim Heben von 5 kg ohne und mit Tempo ausgeführten Reactionszeiten, bei einer Versuchsperson auch die Zahlen für 7 kg.

Versuchsperson M.

5 kg ohne Tempo
Arithmetisches Mittel von 30 Reactionszeiten = 63,416 mm
5 kg mit Tempo
Arithmetisches Mittel von 30 Reactionszeiten = 37,63 mm

Versuchsperson A.

5 kg ohne Tempo
Arithmetisches Mittel von 30 Reactionszeiten = 52,3 mm
5 kg mit Tempo
Arithmetisches Mittel von 30 Reactionszeiten = 44,083 mm

Versuchsperson Frln. Gr.

5 kg ohne Tempo
Arithmetisches Mittel von 30 Reactionszeiten = 65, mm
5 kg mit Tempo
Arithmetisches Mittel von 30 Reactionszeiten = 60,75 mm

Versuchsperson A.

7 kg ohne Tempo
Arithmetisches Mittel von 30 Reactionszeiten = 52,6 mm
7 kg mit Tempo
Arithmetisches Mittel von 30 Reactionszeiten = 43 mm

Ein Zweifel über das Resultat ist ausgeschlossen. Man sieht überall, dass der Rhythmus einen großen (nicht bei allen Versuchspersonen gleichen) Einfluss auf die Reactionszeiten ausübt, und zwar stets im Sinne der Verkürzung derselben.

Beim Ausführen der Reactionszeiten mit Rhythmus ist noch folgendes zu bemerken. Die Reactionszeiten gestalten sich von selbst regelmäßig, taktmäßig. Die Regelmäßigkeit wird noch verstärkt, wenn die Hebungen beherrscht werden und automatisch geworden sind. Im Anfang brauchen wir sehr die Aufmerksamkeit, später nicht mehr. Bei der ersten Hebung spielt das Erwartungsgefühl eine sehr große Rolle, denn wir sind ganz gespannt darauf, die Aufhebung sofort nach dem angegebenen Schlag anzuführen. Dies mag der Grund sein, warum die erste Reactionszeit kürzer, die erste Hebung schneller

ausgeführt wird, doch ist diese Erscheinung, wie schon bemerkt, nicht ganz constant. Die Versuchsperson Frln. Gr. zeigte etwas abnorme Verhältnisse, indem sie nicht nur die einzelnen Reactionszeiten ganz unregelmäßig, sondern auch bei den Taktversuchen mit 3 kg die Reactionszeiten länger ausführte, als diejenigen ohne Tempo. Dies wird von ihr so erklärt, dass sie bei den ersten (ohne Tempo) ausgeführten Versuchen aufmerksamer gewesen ist, als bei den zweiten mit Tempo ausgeführten.

Versuchsperson Frln. Gr.

3 kg ohne Tempo
Arithmetisches Mittel von 30 Reactionszeiten = 56,93 mm
3 kg mit Tempo
Arithmetisches Mittel von 30 Reactionszeiten = 59,413

Derselbe Unterschied wurde an Versuchsperson Dr. H., der durch eine wissenschaftliche Arbeit ganz gefesselt war und sich in Folge dessen auf die Versuche nicht concentriren konnte, constatirt.

Hier erwähnen wir noch der Vollständigkeit wegen, dass die psychische Disposition eine große Rolle bei diesen Versuchen spielt, geistige Frische und gespannte Aufmerksamkeit sind unerlässlich, da die Versuche schwieriger sind als die gewöhnlichen Reactionen. Dass die Gewohnheit und die Anpassung gegen Ende der Versuche eine große Rolle spielt, ist nicht zu leugnen. Diese ist bisweilen eine unterstützende, indem sie einer schwachen Unaufmerksamkeit und Ermüdung aufhilft. Um ferner zu prüfen, ob eine Veränderung zwischen beiden Versuchsreihen (den ohne und mit Tempo ausgeführten Reactionszeiten) vorkommt, wenn man zuerst die Versuchsreihe mit Tempo und nachher ohne Tempo ausführt, ist eine besondere Versuchsreihe ausgeführt worden, indem die Versuchsperson Dr. F. zuerst mit Tempo und nachher ohne Tempo arbeitete, ohne dass sie von dem Zweck der Versuche unterrichtet war. Hierbei fanden wir dieselben Resultate wie bei den übrigen Versuchen. Das Tempo verkürzte auch hier die Reactionszeit.

Versuchsperson Dr. F.

3 kg mit Tempo
30 Curven, arithmetisches Mittel = 35,9 mm
3 kg ohne Tempo
30 Curven, arithmetisches Mittel = 43,3

Zum Schluss der Besprechung der Reactionszeiten dieser Versuchsreihen ist noch zu erwähnen, dass jede Versuchsperson eine bestimmte, dem Temperament und der Gewohnheit entsprechende Geschwindigkeit der Hebungen besitzt, was noch durch die Curven dargethan werden wird. Diese Geschwindigkeit ist von dem Gewicht und Tempo abhängig und nur bis zu einem gewissen Grade veränderlich. Dafür werden uns auch die späteren Versuche Belege geben. Mit einem Worte, es muss einem Gewichte ein bestimmtes Tempo entsprechen, damit eine Regelmäßigkeit in den Reactionen erzielt wird.

Hiermit glauben wir die Frage, welchen Einfluss der Rhythmus auf die Reactionszeiten hat, erledigt zu haben. Besondere Aufmerksamkeit erfordern nun aber auch die Länge, die Höhe und die Form der Curven.

Die Curven.

Mit der Länge der Reactionszeiten unter dem Einfluss des Tempos stehen auch die Höhe und die Form der Curven in einem engen Zusammenhang.

Fig. 2.

Die Strecke von dem Signalmoment an bis zu dem Punkt, wo die Curve, die beim Heben des Gewichtes auf dem berußten Papier der Kymographiontrommel aufgezeichnet wird, sich über die Abscisse erhebt, ist die Länge der Reactionszeit. Der Abstand von dem Aufsteigepunkt der Curve bis zur Stelle ihrer Rückkehr zur Abscisse gibt die Länge der Curve; mit ihr wird die Dauer der Hubbewegung gemessen. Die Ordinaten der höchsten Punkte der Curve messen die Hubhöhen und bedingen in ihrer Gesammtheit ihre Form.

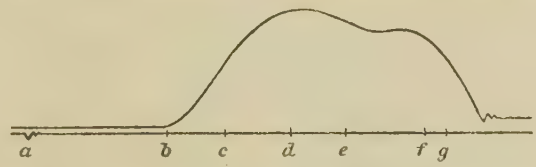

Fig. 3. Versuchsperson Aw., 5 kg. Bei *a* Reactionssignal, bei *b* Beginn der reagirenden Hebung, von *c* bis *d* eine geringe Beschleunigung (stärkere Innervation), bei *d* Maximum der Hebung, von *e* bis *g* Beginn eines zweiten Maximums (Nachhebung).

Alle drei Momente, Länge, Höhe und Form der Curve, werden von dem Rhythmus verändert und verdienen besondere Beachtung. Im allgemeinen bemerken wir, dass die Länge und die Höhe der Curven ohne Rhythmus durch ihre Größe von denjenigen mit Rhythmus, d. h. also von denen bei rhythmischer Folge der Reactionssignale

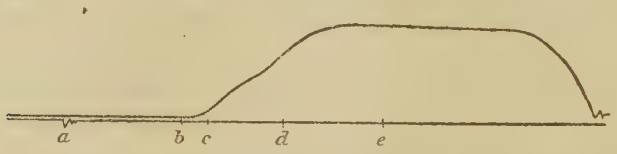

Fig. 4. Versuchsperson Aw. 7 kg. Bei *a* Reactionssignal, bei *b* Anfang, von *c* bis *d* Beschleunigung, bei *d* schwächere Innervation, bei *e* Maximum der reagirenden Hebung.

verschieden sind. Auch hier begegnen uns allerdings individuelle Unterschiede, die sehr zu beachten sind. Die folgenden Tabellen mögen dies zeigen. In ihnen sind die horizontale Länge, die Höhe der Curven und die Reactionszeiten in Millimetern berechnet. Die Mittelzahlen sind aus je 30 Versuchen berechnet.

Tabelle X.

Abscissenlänge der Hubcurven.

Versuchsperson M.

3 kg ohne Tempo
Arithmetisches Mittel von 30 Curven = 118 mm
3 kg mit Tempo
Arithmetisches Mittel von 30 Curven = 90 mm

Versuchsperson A.

3 kg ohne Tempo
Arithmetisches Mittel von 30 Curven = 170 mm
3 kg mit Tempo
Arithmetisches Mittel von 30 Curven = 160 mm

Versuchsperson M.

5 kg ohne Tempo
Arithmetisches Mittel von 30 Curven = 109 mm
5 kg mit Tempo
Arithmetisches Mittel von 30 Curven = 99 mm

Versuchsperson A.

5 kg ohne Tempo
Arithmetisches Mittel von 30 Curven = 142 mm

5 kg mit Tempo
Arithmetisches Mittel von 30 Curven = 133 mm
7 kg ohne Tempo
Arithmetisches Mittel von 30 Curven = 148 mm
7 kg mit Tempo
Arithmetisches Mittel von 30 Curven = 146 mm

Die Längen der einzelnen Curven sind bei den ersten Versuchsreihen sehr unregelmäßig, d. h. bei den Versuchen ohne Tempo, jedoch nicht bei allen Versuchspersonen in gleicher Weise. Dagegen sind die einzelnen Längen der zweiten Versuchsreihen, d. h. bei den mit Tempo ausgeführten, regelmäßiger. Der Rhythmus hat also einen großen Einfluss auf die Länge der Curven, und zwar wirkt er durchweg in verkürzendem Sinne. Die Länge der Curven ist ferner von dem Gewicht und der Geschwindigkeit des Tempos abhängig, und zwar dauert die einzelne Hebung nicht so lange bei dem

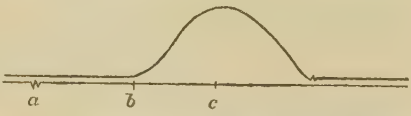

Fig. 5. Versuchsperson Me. 5 kg. Bei *a* Reactionssignal, bei *b* Beginn der Hebung. Die Curve hat nur ein Maximum bei *c*.

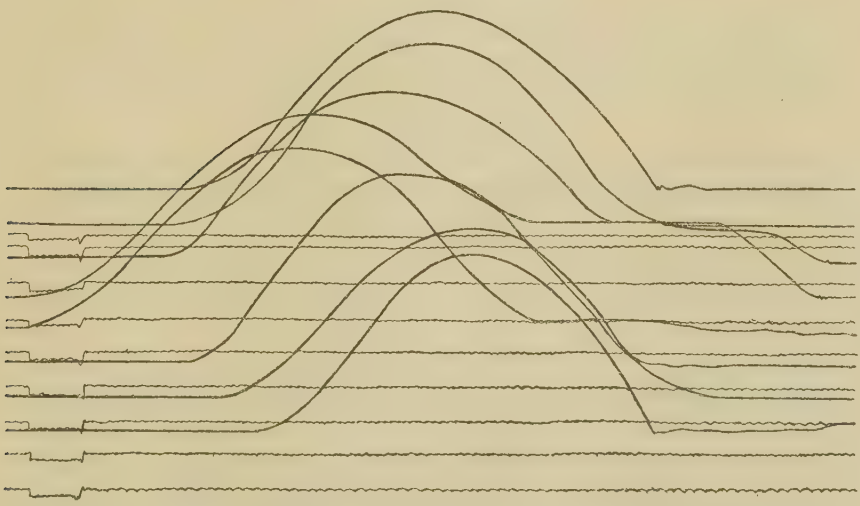

Fig. 6. Versuchsperson Me. 5 kg rhythmisch gehoben. Links die Zeitmarken der Reactionssignale. Die Hebungen nehmen immer mehr die Tendenz zu vorzeitigen Reactionen an; 4 und 5 sind Reactionen auf das erwartete Signal; bei 6, 7 und 8 tritt eine zunehmende Correctur ein.

schwereren Gewicht. Den größten Einfluss übt aber der Rhythmus als solcher aus. Während ferner die Länge der Reactionszeit und die Länge der Curven bezüglich des Einflusses des Gewichtes eine constante Veränderung zeigt, bemerken wir in Bezug auf das Tempo eine ziemlich große Differenz. Vergleichen wir die folgenden Ergebnisse, in denen die Mittel der Hubzeiten angegeben sind.

Tabelle XI.

Versuchsperson M.

3 kg ohne Tempo Arithmetisches Mittel = 118 mm	3 kg mit Tempo Arithmetisches Mittel = 90 mm

Differenz + 28 mm.

3 kg ohne Tempo Arithmetisches Mittel = 118 mm	5 kg ohne Tempo Arithmetisches Mittel = 109 mm

Differenz + 9 mm

3 kg mit Tempo Arithmetisches Mittel = 90 mm	5 kg mit Tempo Arithmetisches Mittel = 99 mm

Differenz — 9 mm

Versuchsperson A.

3 kg ohne Tempo Arithmetisches Mittel = 170 mm	3 kg mit Tempo Arithmetisches Mittel = 160 mm

Differenz + 10 mm

3 kg ohne Tempo Arithmetisches Mittel = 170 mm	5 kg ohne Tempo Arithmetisches Mittel = 142 mm

Differenz + 28 mm

5 kg ohne Tempo Arithmetisches Mittel = 142 mm	5 kg mit Tempo Arithmetisches Mittel = 133 mm

Differenz + 9 mm

5 kg ohne Tempo Arithmetisches Mittel = 142 mm	7 kg ohne Tempo Arithmetisches Mittel = 146 mm

Differenz — 4 mm.

Aus diesen Zahlen ist zu ersehen, dass die Abnahme der Hubzeiten bei verschiedenen Versuchspersonen verschieden groß ausfallen, immerhin aber kann man behaupten, dass sie mehr verkürzt werden durch den Rhythmus als durch das Gewicht.

Es ergibt sich ferner, dass, wenn diese Differenzen in Bezug auf das Gewicht günstiger ausfallen als bezüglich des Tempos, das Gewicht dem Tempo entspricht und umgekehrt. Dies zeigt sich auch bei den Reactionszeiten und den Höhen der Curven.

Tabelle XII.

Mittelzahlen aus Reactionszeiten.

Versuchsperson A.

3 kg ohne Tempo	3 kg mit Tempo
Arithmetisches Mittel = 52 mm	Arithmetisches Mittel = 43 mm
Differenz + 9 mm	

3 kg ohne Tempo	5 kg ohne Tempo
Arithmetisches Mittel = 52 mm	Arithmetisches Mittel = 52 mm
Differenz ± 0 mm	

5 kg ohne Tempo	5 kg mit Tempo
Arithmetisches Mittel = 52 mm	Arithmetisches Mittel = 44 mm
Differenz + 8 mm	

5 kg ohne Tempo	7 kg ohne Tempo
Arithmetisches Mittel = 52 mm	Arithmetisches Mittel = 52 mm
Differenz ± 0 mm	

Versuchsperson M.

3 kg ohne Tempo	3 kg mit Tempo
Arithmetisches Mittel = 70 mm	Arithmetisches Mittel = 41 mm
Differenz + 29 mm	

3 kg ohne Tempo	5 kg ohne Tempo
Arithmetisches Mittel = 70 mm	Arithmetisches Mittel = 63 mm
Differenz + 7 mm	

Bestätigt wird dies noch weiter bei der Besprechung der zweiten Reihe von Reactionsversuchen. Dort werden wir sehen, dass die Differenzen der Hubzeiten mehr durch den Rhythmus bedingt sind, als durch das Gewicht. Wir werden ferner sehen, dass mit dem steigenden Tempo sowohl die Reactionszeiten als auch die Längen und Höhen der Curven kürzer werden. Hier mag eine Tabelle über die Höhe der Curven am Platze sein.

Tabelle XIII.

Maxima der Hubcurven.

Versuchsperson A.

3 kg ohne Tempo Arithmetisches Mittel = 53 mm	3 kg mit Tempo Arithmetisches Mittel = 50 mm
5 kg ohne Tempo Arithmetisches Mittel = 41 mm	5 kg mit Tempo Arithmetisches Mittel = 39 mm

Die Resultate sind leicht zu ersehen. Am Schluss dieser Reihe möchten wir hervorheben, dass, nachdem die Arbeit, die wir ausführen, bei diesen Versuchen durch häufige Wiederholung automatisch geworden ist, die einzelnen Reactionszeiten gleichmäßiger werden, so lange das individuelle Tempo getroffen ist, sonst tritt eine untaktmäßige und unregelmäßige Arbeit ein. Die Arbeit muss unterbrochen werden, weil das Unlustgefühl und die entstehende Verwirrung es erfordern. Die Aufmerksamkeit ist in diesem Falle unmöglich constant zu halten; es stellen sich Schmerzen ein. Bis zu einem gewissen Grade wird durch das vorgeschriebene Tempo und zunehmende Gewicht das individuelle Tempo beschleunigt, aber nur wenn allmählich verfahren wird, sonst treten die oben angegebenen Unregelmäßigkeiten ein.

Es erübrigt uns noch, einen Blick auf die Form der Curven zu werfen. Dort, wo die Unterschiede bei Reactionszeiten, bei den Längen und Höhen der Curven nicht so groß sind, begegnen uns hier auffallende persönliche Unterschiede, die mit der Geschwindigkeit des Rhythmus und der Größe des Gewichts sich ergeben. Was zunächst den Aufstieg der Curve anbetrifft, so ist er bei verschiedenen Versuchspersonen auffallend verschieden. Manche hoben sehr schnell und der Aufstieg näherte sich der senkrechten Linie, andere dagegen hoben sehr langsam. Das langsame Ansteigen der Hubcurve findet sich besonders bei zwei Damen, darin mag ein Hauptunterschied zwischen Damen und Herren gesucht werden (vgl. im übrigen die Besprechung einzelner Curven). Der Aufstieg der Curve ist außer der individuell bedingten Verschiedenheit ferner abhängig von Gewicht und Rhythmus. Beim Heben von 3 kg z. B. bildete der Aufstieg einen Winkel von etwa 70°. Beim Heben von 5 kg dagegen beginnt die Curve mit einem spitzeren Winkel. Wenn das

Gewicht noch größer wird, wird der Winkel immer kleiner; denn es ist nicht möglich, 7 kg so schnell zu heben als 3 kg oder 5 kg. Die Belastung der Muskeln mit 7 kg verhindert es, ihre Contraction beliebig auszuführen. Man sieht daraus, dass die Form der Hubcurve vorzugsweise durch das Gewicht beeinflusst wird, ihre Länge dagegen durch den Rhythmus. Ferner wirkt das Gewicht sehr stark auf die Curvenform ein, während es bei den Reactionszeiten kaum spürbar war. Es möge nun eine Besprechung einzelner Curven folgen.

Versuchsperson A.

Der Aufstieg der Curve bei dieser Versuchsperson erreicht seinen Culminationspunkt, beugt sich, eine Welle beschreibend, der Abscisse zu, erreicht ein zweites Maximum, das nicht so hoch als das erste ist, und fällt von da an gleichmäßig abwärts bis zur Abscisse. Der Abstieg der Curve gleicht in seiner Beugung dem Aufstieg; dies gilt für das Heben von 5 kg ohne Tempo. Beim Heben von 3 kg Gewicht ohne Tempo bleibt im Großen und Ganzen dieselbe Form der Curve, nur mit dem Unterschied, dass der Auf- und Abstieg senkrechter ausfallen. Beim Heben von 5 kg mit Tempo unterscheidet sich die Form der Curve von denjenigen beim Heben von 5 kg ohne Tempo nur darin, dass die Welle nicht so tief und die beiden Culminationspunkte nicht so hoch sind, als beim Heben von 5 kg Gewicht ohne Tempo. Beides weist auf eine flüchtigere Ausführung der Hebung hin. Beim Heben von 3 kg mit Tempo nur darin, dass der Auf- und Abstieg der Curve etwas senkrechter, als bei 3 kg ohne Tempo sich gestalten. Darüber siehe die am Schlusse dieser Reihe angegebenen Tabellen.

Versuchsperson M.

Bei dieser Versuchsperson unterscheiden sich die Formen der Curven darin, dass manche concave Wellen ergeben, während andere fast halbkreisförmig verlaufen; ferner sind ihr Auf- und Abstieg senkrechter, als bei Versuchsperson A. und anderen Versuchspersonen.

Versuchsperson Frl. G. und Frl. P.

Der Aufstieg verläuft bei beiden Damen sehr schief und hat die Form einer Parabelhälfte. Die Curve ist im allgemeinen sehr niedrig, ohne irgend eine Welle. Der Abstieg ist senkrechter.

Eine solche Curve ist bei keiner von unseren männlichen Versuchspersonen vorgekommen. Der Rückschluss, den wir hieraus ziehen müssen, lautet dahin: Die Handmuskeln beim weiblichen Geschlecht können bei den Versuchsreihen nur wenig leisten. Wie groß der Unterschied zwischen beiden Geschlechtern ist, zeigt noch dies, dass die Curven beim Heben von 7 kg beim weiblichen Geschlecht in Bezug auf Länge und Höhe nicht einmal halb so groß sind, als beim männlichen Geschlecht. Die Form der weiblichen Hubcurve scheint folgende Deutung des Unterschiedes in der Ausführung einer Willenshandlung bei beiden Geschlechtern nahe zu legen. Die männliche Versuchsperson ertheilt einen großen, schnell ansteigenden Anfangsimpuls, der weibliche Impuls ist im Vergleich dazu schwächer und steigt langsam auf sein Maximum an. Der männliche Anfangsimpuls ist meist nach einigen Versuchen zu groß für die Leistung, die Contraction ist übermaximal, in Folge dessen lässt er unmittelbar nach erreichtem Maximum der Hubhöhe etwas nach, um nun erst die nothwendige maximale Hebung zu erreichen; dadurch entsteht die concave Welle der Curve. Der weibliche Impuls ist dagegen eben ausreichend, er sinkt, ohne eine Modification einzugehen, alsbald wieder vom Maximum ab. Beim Absinken tritt beim Manne ein ganz allmähliches, bei der weiblichen Versuchsperson dagegen ein schnelles Nachlassen der Hebungsenergie ein. Die Damen lassen das Gewicht manchmal geradezu fallen, während die Herren gegenhalten, um das Fallen zu verhindern.

Zweite Reihe Reactionsversuche.

Nachdem wir die erste Reihe der Reactionsversuche vollendet und ihre Resultate besprochen und zusammengestellt haben, wollen wir zur Bestätigung der vorangegangenen eine zweite Reihe betrachten. Es sollte noch untersucht werden, wie sich die Reactionszeit gestaltet, wenn die Geschwindigkeit des Rhythmus erhöht wird. Die Technik der Einrichtung dieser Versuchsreihe bleibt dieselbe, nur wurde hier das Tempo doppelt so schnell gemacht als bei den ersten Versuchen. Anstatt mit einem Contact, haben wir die Versuchspersonen mit zwei Contacten auf dem Zeitsinnapparat arbeiten lassen. Hier waren also rhythmische Hebungen auszuführen, die mit den ohne Tempo und mit einem Contact ausgeführ-

ten verglichen werden müssen. Die Zwischenzeit zwischen je zwei Reactionen betrug dabei meist etwa 1 Secunde gegen 2 Secunden bei den früheren Versuchen. Auch hier sind Versuche mit 3 kg und 5 kg vorgenommen worden. Mit 7 kg wurde nicht gearbeitet. Die Versuchsreihen wurden an zwei Versuchspersonen ausgeführt, welche schon die früheren Versuche mitgemacht hatten, also schon eingeübt waren: Herr Messmer und Herr Awramoff.

Die Reactionszeiten wurden zu dreißig gesammelt und das arithmetische Mittel in Millimetern berechnet.

Reactionszeiten.

Die einzelnen Reactionszeiten waren hier gleichmäßiger und regelmäßiger als bei den früheren Versuchsreihen. Doch begegnen uns wieder die individuellen Unterschiede. Auf einer Trommel konnten 7—10 Reactionszeiten aufgenommen werden.

Die erste Reactionszeit auf einer Trommel nennen wir normale Reactionszeit und die letzte Schlussreactionszeit. Man sollte erwarten, dass die erste Reactionszeit die längste, die letzte — dagegen die kürzeste sei, das ist aber in der That nicht so, eher sind die ersten Reactionen als die durchschnittlich kürzeren zu bezeichnen. Ein Einfluss der Geschwindigkeit des Kymographions ist dabei ausgeschlossen, da wir nie die erste Umdrehung benutzten. Die Regelmäßigkeit des Kymographions ist bei der benutzten Rotationsgeschwindigkeit eine so große, dass die mittlere Variation der einzelnen Drehungen 1—2 mm auf 10 Umdrehungen beträgt. Die Ursache davon scheint vielmehr die anfangs sehr starke Spannung der Aufmerksamkeit zu sein. Die gespannte Absicht, so schnell als möglich zu heben, wirkt sehr stark bei der Ausführung der Normalreaction, und deswegen ist sie immer kürzer als die zweite, die dritte, die vierte u. s. w. Die späteren Reactionszeiten fielen aber nicht gleichmäßig kürzer als die erste »Normalreactionszeit« aus, sondern ganz ungleichartig und nicht immer und nicht bei allen Versuchspersonen gleich. Hierzu trug nicht wenig auch die Geschwindigkeit des Tempos und das Gewicht bei. Regelmäßiger sind die einzelnen Reactionszeiten dann, wenn das Tempo dem Gewicht entspricht.

Von einer Versuchsperson wurden die einzelnen Reactionszeiten so ausgeführt, dass die zweite Reactionszeit länger war als die erste,

die dritte kürzer als die zweite und die anderen immer kürzer ausfielen. Außer der Aufmerksamkeit spielte die Gewohnheit eine große Rolle.

Solange die Versuchsperson die Arbeit nicht beherrschte, solange die einzelnen Hebungen nicht automatisch geworden waren, wurde das Tempo nicht eingehalten und ging bisweilen ganz verloren, dann stellte sich ein unangenehmes Gefühl ein; es kommen dann Vorhebungen oder große Verspätungen vor.

Das geschah öfters, wenn wir die Versuche mit 3 kg ausführten. Hier scheint, dass das Tempo einem 3 kg schweren Gewichte nicht entsprach. Die Thatsache findet also ihre Bestätigung, dass, wenn die Geschwindigkeit des Tempos dem Gewicht nicht entspricht, Vorhebungen vorkommen, und zwar insbesondere bei großer Geschwindigkeit und kleinem Gewichte; dagegen kommen bei schwerem Gewicht und langsamer Geschwindigkeit Verspätungen vor. Es gibt dabei häufig Fälle, wo die Versuchspersonen zugleich mit dem Schall heben, d. h. die Hebungen fallen mit dem »Schlagmoment« zusammen. Bei schnellerem Rhythmus können manche Versuchspersonen das mit dem Signal coincidirende Heben auf die Dauer nicht vermeiden.

Die Vorhebungen und die gleichzeitige Ausführung der Arbeit mit dem Schlagmoment kommen bei den ersten Reihen von Reactionsversuchen nicht vor. Dagegen findet man eine größere Regelmäßigkeit in dem qualitativen Bestandtheil der Ausführung (Regelmäßigkeit der Reactionszeiten und -curven) als bei den ersten Versuchsreihen und zwar bei den taktmäßigen Reactionszeiten mehr als bei den ohne Tempo ausgeführten.

Wir lassen durch die folgenden Tabellen die Reactionszeiten veranschaulichen.

Tabelle XIV.

Versuchsperson Messmer			
Gewicht in kg	ohne Tempo	mit 1 Contact	mit 2 Contacten
3	70,783	41,13	25,06
5	63,416	36,63	23
Versuchsperson Awramoff			
3	52,683	41,16	25,83
5	52,3	44,083	24

Hieraus ist ersichtlich, dass die Reactionszeiten durch die zunehmende Geschwindigkeit in der Aufeinanderfolge der Reactionen sich verkürzen. Es ist ferner bemerkenswerth, dass mit dem zunehmenden Tempo die Differenzen zwischen einzelnen Versuchspersonen verschwinden, oder doch sehr klein werden im Verhältniss zu der Reactionszeit ohne Tempo. Das will sagen, dass die Unterschiede, die wir bei verschiedenen Versuchspersonen beim Reagiren ohne Tempo bemerken, durch verschiedene Umstände ungleich werden, wo dagegen mit einem passenden Tempo gearbeitet wird, werden störende Einflüsse vermindert.

In Bezug auf das Gewicht lässt sich sagen, dass die Reactionszeit bei verschiedenen Versuchspersonen nicht gleichmäßig verkürzt wird.

Wenn die Geschwindigkeit des Tempos erhöht wird, fällt die Reactionszeit immer kürzer und kürzer aus, vorausgesetzt, dass das Gewicht dasselbe bleibt. Auch hier ist deutlich zu sehen, dass die zwingende und zwar quantitativ starke Rolle des Rhythmus eine sehr große ist.

Die Curven.

Nachdem wir die Frage, welchen Einfluss der beschleunigte Rhythmus auf die Reactionszeiten hat, erledigt haben, wollen wir über seinen Einfluss auf die Längen und Höhen der Curven sprechen.

Was bei den Besprechungen der ersten Versuchsreihen gesagt wurde, kann auch hier gelten. Man bemerkt im Allgemeinen, dass die Längen und Höhen der Curven unter dem Einfluss der zunehmenden Schnelligkeit der Aufeinanderfolge der Reactionen verkürzt werden, jedoch nicht bei allen Versuchspersonen in gleichem Maße. Die auf S. 42 angegebene Tabelle XV wird uns das deutlich zeigen.

Aus den obigen Zahlen sieht man, dass sowohl die horizontale Länge, als auch die Höhe der Curven unter dem Einfluss des Rhythmus sich bedeutend verkürzen und zwar proportional der wachsenden Geschwindigkeit des Reactionstempos. Auch sei bemerkt, dass eine Verkürzung erfolgt bei zunehmendem Gewicht, obgleich nicht in dem Grade wie unter dem Einfluss des Tempos.

Dies ist sehr wohl begreiflich. Die Contraction des Fingers konnte hier nicht allzu stark ausgeführt werden, da sonst die He-

bungen nicht auf das Signal gefolgt wären, in Folge dessen müssen die Hebungen und Senkungen auch schneller ausgeführt werden. Die gesammte Innervation stellt sich auf schnelles Heben ein. Dass ferner die Curven niedriger werden, zeigt wiederum den flüchtigeren Charakter der Arbeit. Bezüglich der Form der Curven lässt sich

Tabelle XV.

Versuchsperson M.			
Länge der Curven			
Gewicht in kg	ohne Tempo	mit 1 Contact	mit 2 Contacten
3	170	160	96
5	142	133	100
Höhe der Curven			
3	53	50	40
5	41	39	31
Versuchsperson M.			
Länge der Curven			
3	118	90	78
5	109	99	97
Höhe der Curven			
3	45	39	32
5	32	30	25

folgendes feststellen. Zunächst zeigt sich, dass die Formen der Curven bei schnellem Tempo ausgeglichen werden, d. h. sie nehmen bei allen Versuchspersonen eine und dieselbe Form an. Ferner ist beachtenswerth, dass, während die Reactionszeiten sich unter dem Einfluss des Gewichtes nicht regelmäßig verändern, die Form der Curve sehr durch das Gewicht beeinflusst wird. Beim Heben von

3 kg z. B. ist der Aufstieg schräger, d. h. er erfolgt unter kleinerem Winkel, also langsamer als bei 5 kg ohne Tempo. Beim Heben von 3 kg mit Tempo schräger als beim Heben von 5 kg ohne Tempo. Dies ist wohl mit der stärkeren Belastung des Muskels zu erklären.

Aus allem ist deutlich zu sehen, dass die Form der Curven vorzugsweise von Tempo und Gewicht abhängig ist.

Eine dritte Versuchsreihe, die hier am Schlusse dieser beiden Versuchsreihen mit demselben Zweck wie die vorangegangenen Reactionsversuche vorgenommen war, blieb unerledigt. Es sollte das Tempo noch erhöht werden, indem bei zwei Secunden Umlaufszeit auf dem Zeitsinnapparat mit drei Contacten gearbeitet wurde. Die einzelnen Reactionen hätten hierbei nach einer Zwischenzeit von $^2/_3$ Secunde aufeinander folgen müssen. Das Tempo erwies sich aber als zu schnell; deswegen wurde die Ausführung aufgegeben.

Zusammenstellung der Resultate.

1. Jede Versuchsperson hat eine bestimmte ihr eigenthümliche Zeit, bei welcher die rhythmische Aufeinanderfolge der Reactionen am günstigsten wirkt.

2. Mit wachsender Geschwindigkeit des Rhythmus verkürzt sich die Reactionszeit, die Länge der Hubcurve und die Höhe derselben und umgekehrt.

3. Bei sehr schnellem Tempo erhalten die Formen der Hubcurven bei allen Versuchspersonen fast eine und dieselbe Gestalt.

4. Der Rhythmus hat einen ausgleichenden Einfluss auf die Regelmäßigkeit der Reactionszeiten, d. h. rhythmisch auf einander folgende Reactionen werden mit geringerer m. V. ausgeführt.

5. Die Regelmäßigkeit der Reactionen nimmt zu, die m. V. ab, wenn die Arbeit vollständig beherrscht wird und wenn die Ausführungen automatisch geworden sind.

6. Jedem Gewicht entspricht ein bestimmtes Tempo, bei welchem die Hebungen am gleichmäßigsten, die Curven (Hubhöhen) am höchsten werden.

7. Es scheint, dass das Gewicht keinen wesentlichen Einfluss auf die Reactionszeiten, die Längen und Höhen der Curven ausübt, es verändert aber sehr stark die Form der Curven, besonders die aufsteigende Hälfte derselben.

8. Die individuelle Geschwindigkeit der Reaction ist unter dem Einfluss des Rhythmus nur bis zu einem gewissen Grade veränderlich.

9. Die Hubcurven beim weiblichen Geschlecht sind sehr viel niedriger und in der Form sehr verschieden von denjenigen des männlichen Geschlechts.

10. Die Bewegungen der Frauen bei diesen Versuchen gehen sehr viel langsamer von statten als diejenigen der Männer.

11. Durch die Uebung, Anregung und die absichtliche Willensanstrengung werden die Reactionszeiten verkürzt.

Versuche über den Einfluss des Rhythmus auf das Schreiben.

Während wir mit den bisher beschriebenen Versuchen feststellten, welchen Einfluss Rhythmus und Tempo auf eine relativ einfache Bewegung ausüben, sollte durch die folgenden Experimente eine complicirtere »Arbeit«, bei welcher die Qualität nicht mehr, wie in den ergographischen Hebungen, eine untergeordnete Rolle spielt, bei rhythmischer und unrhythmischer Ausführung untersucht werden. Wir wählten zu diesem Zwecke das Schreiben. Es leitete uns dabei zugleich eine pädagogische Absicht. Die Schulpraxis verwendet seit Pestalozzi's energischem Eintreten für das Chorsprechen bei den jüngeren Kindern vielfach Takt und Rhythmus. Es wird im Chore taktmäßig gesprochen, gelesen und geschrieben, und doch hat Niemand bisher festgestellt, in welchem Maße das sechs- und siebenjährige Kind für den Rhythmus zugänglich ist, welches Tempo speciell beim Schreiben diesem jugendlichen Alter angemessen ist, und von welcher Art der Einfluss des Taktes auf die Qualität (die Schönheit und Correctheit) und die Quantität der Schrift (die in der Zeiteinheit geschriebene Buchstabenzahl) ist. Können wir also überhaupt das taktmäßige Schreiben als pädagogisch richtig bezeichnen, und unter welchen Bedingungen hat es einen günstigen Einfluss auf die Handschrift des Kindes? Die Versuche, die uns zugleich zu einer Analyse des Schreibaktes führten, wurden an Erwachsenen und Kindern und wiederum an männlichen und weiblichen Versuchspersonen vergleichsweise ausgeführt.

Die Ergebnisse der Versuche führten uns weit über das ursprüngliche Ziel hinaus. Es zeigte sich, dass man auf dem von uns eingeschlagenen Wege zu einer Art wissenschaftlicher Graphologie gelangt; wenigstens konnten wir sehr bestimmt gewisse Typen der Schrift unterscheiden, die mit großer Constanz wiederkehren.

Da die Untersuchungen sehr umfangreich waren, theilen wir hier nur das Princip des Verfahrens und die allgemeinen Ergebnisse mit.

Die specielle Darstellung der von uns benutzten Apparate, sowie die theoretische Discussion der Ergebnisse wird an anderem Orte in aller Ausführlichkeit veröffentlicht werden.

Wir benutzten einen Apparat, mittelst dessen die Druck- und Zeitverhältnisse der Schrift unserer Versuchspersonen analysirt werden konnten. Zur Analyse des Druckes diente ein Marey'scher Tambour, sowie ein pneumatischer Registrirapparat, mittelst dessen die Druckcurve auf der Kymographiontrommel aufgezeichnet wurde. Zur Darstellung der Zeitverhältnisse der Schrift verwendeten wir ein System von Contactlinien, welche die Auflösung der Schreibbewegungen in eine Anzahl Zeitmomente gestatteten, die wiederum auf das Kymographion mittelst eines elektromagnetischen Zeitmarkirers übertragen wurden.

Alle Versuchspersonen hatten theils die einfachen Grundcharaktere der Schrift auszuführen, wie Grund- und Haarstriche, Bogen, Haken, Keilstrich und deren Zusammensetzungen, theils Buchstaben, Worte und Satztheile.

Die psychischen Bedingungen des Schreibens variirten wir so, dass entweder auswendig geschrieben wurde, oder nach Vorschrift, oder nach Dictat.

Als Versuchspersonen dienten sechs Knaben zwischen 10 und 13 Jahren, fünf Mädchen zwischen 8 und 13 Jahren, vier Damen zwischen 25 und 35 Jahren, vier Herren zwischen 24 und 30 Jahren. Die Discussion der einzelnen Schriftcurven, die sich zu einem besonderen Werke ausgestalten ließe, behalten wir uns für die spätere Veröffentlichung vor. Hier mögen nur die wesentlichen Resultate zusammengestellt sein.

Aus allen ausgeführten Versuchsreihen ist ersichtlich, dass 1) jede Veränderung der Schreibbedingungen eine Veränderung der Qualität, der Quantität und speciell des Druckes der Schrift zur Folge hat, und 2) dass eine längere Einübung und Anpassung an die veränderten Umstände die vor der Veränderung der Schreibbedingungen bestehende Ausführung wiederherstellt. Daraus ist im allgemeinen zu schließen, dass die Eigenthümlichkeiten der Schrift weniger in den peripheren Organen als in den Centren der willkürlichen Bewegungen begründet sind. Im einzelnen mögen die verschiedenen Bedingungen,

welche die Schrift in bestimmtem Sinne beeinflussen, folgendermaßen dargestellt werden.

1. Der Einfluss des Tempos.

Der Einfluss des vorgeschriebenen Tempos (rhythmisches Schreiben) äußert sich nach verschiedenen Richtungen:

1. In Bezug auf die Quantität und Qualität.
2. In Bezug auf den Druck, die Druckbreiten und Druckpausen.
3. Der Rhythmus gleicht die Leistungen verschiedener Versuchspersonen aus.
4. Er befördert die Ausführung der Schrift in der Form von Gesammtinnervationen an Stelle der Ausführung in gesonderten Impulsen.
5. Er erzeugt Unlustgefühle und begünstigt die Ermüdung.
6. Das sehr schnelle Tempo macht die Handschrift in jeder Beziehung, insbesondere hinsichtlich Druck und Zeit ganz unregelmäßig.

Was den ersten Punkt anbetrifft, so haben wir nur folgendes zu sagen. Es ist die allgemeine Tendenz in dem Einfluss des Rhythmus auf das Schreiben, an Quantität zu ersetzen was an Qualität verloren geht. Mit sehr seltenen Ausnahmen unterliegt jede Versuchsperson diesem Gesetz. Dies zeigten uns die Versuche auf jedem Schritt. Die Schrift verliert unter dem Einfluss des Taktes an Correctheit sowohl wie an Schönheit der Ausführung. Die Buchstaben werden unproportionirt und in der Form entstellt. Man muss dabei aber den Einfluss eines vorgeschriebenen und eines selbstgewählten Tempos scharf von einander unterscheiden. Beide wirken verschiedenartig, beide werden auf verschiedene Weise erzeugt, das eine stellt die Schrift unter einen äußerlichen Zwang, das zweite pflegt den subjectiv vortheilhaftesten Bedingungen des Schreibens zu entsprechen oder wenigstens nahe zu kommen. Ein ausgeprägtes und constantes individuelles Schreibtempo entwickelt sich erst mit dem Alter in Abhängigkeit von verschiedenen äußeren Umständen, wie der Häufigkeit des Schreibens, dem Zwange zu viel raschem Schreiben, oder umgekehrt unter der Einwirkung reichlicher Mußezeit. Wie viel dabei Temperament und Anlage ausmachen, lässt sich bis jetzt nicht entscheiden. Ein individuelles Tempo ist also nur bei den Erwachsenen ausgebildet, bei den Kindern erst im Ent-

stehen begriffen. Dies kommt auch darin zum Ausdruck, dass die Kinder erst nach langer Uebung ihre Schreibbewegungen rhythmisch ausführen, während sich bei den Erwachsenen sofort nach 2—3 Bewegungen ein taktmäßiges Schreiben einstellt, wenn einfache Schriftzeichen gleichförmig zu wiederholen sind.

2. Der Druck der Schrift.

Der Druck, mit dem eine Versuchsperson schreibt, hängt ab:

1. Von der Stellung der Hand und des Körpers.
2. Von der Schnelligkeit der Ausführung der Schrift.
3. Von der Uebung, der Anpassung an die Arbeit und der Ermüdung.
4. Von der Aufmerksamkeit.
5. Von dem Gefühlszustand; durch Unlustgefühle wird eine Verlangsamung der Schrift, eine Abflachung der Druckcurve bewirkt; durch Lustgefühle dagegen eine Beschleunigung des Schreibens und Erhöhung bezw. Zuspitzung der Curven. Die Ueberraschung und die Furcht äußern sich in einem plötzlichen Ansteigen der Druckcurven, mit dann folgender Verlangsamung.
6. Von der Sicherheit des Schreibens.
7. Von der absichtlichen Willensanstrengung und Anregung.
8. Von der qualitativen Ausführung.
9. Von der psychischen Vorbereitung (der Druck ist verschieden, je nachdem ob die Versuchsperson abschreibt, auswendig oder nach dem Dictat schreibt; beim Auswendigschreiben nimmt der Druck zu, wenn die in der Schrift wiedergegebenen Reproductionen weniger geläufig sind).
10. Vom Alter und Geschlecht.
11. Von der Schwierigkeit der Schriftcharaktere, der Schreibrichtung und der Gedrängtheit der Schrift.

3. Schreibinnervationen.

Die Schrift Erwachsener unterscheidet sich von der des Kindes am meisten durch die Art der Innervation der einzelnen Bewegungen. Der Erwachsene schreibt einen Buchstaben, ein Wort, unter Umständen einen Satztheil mit einer einzigen Innervation, die wir nach dem Vorgang von Professor Meumann eine »Gesammtinnervation«

nennen wollen. Eine solche Gesammtinnervation besteht darin, dass die einzelnen Theilinnervationen einem Hauptimpulse untergeordnet und mit diesem zu einem Ganzen verschmolzen erscheinen. In der Druckcurve kommt das so zum Ausdruck, dass z. B. in einem Worte an einer Stelle der Hauptdruck liegt, der alle andern Impulse an Stärke übertrifft, unter den sich die andern in rhythmischer Abstufung ihrer Stärke unterordnen. Es verläuft eine solche Druckcurve also so, dass eine Spitze oder eine Erhebung alle andern überragt, die andern fallen ihr gegenüber gleichmäßig ab, oder steigen zu ihr an. Solche Gesammtinnervationen sind nur bei den Erwachsenen, wenn auch nicht bei allen gleich regelmäßig, zu finden. Sie treten um so deutlicher hervor, je mehr das den individuellen Schreibinnervationen entsprechende Tempo eingehalten wird. Bei den Kindern werden solche Druckcurven merkwürdigerweise erst beim rhythmischen Schreiben gebildet, wenn auch nicht so regelmäßig und ausgeprägt wie bei den Erwachsenen. Mit wachsendem Alter entwickelt sich sowohl das constante individuelle Tempo der Schreibschrift als auch das Hervortreten der Gesammtinnervationen. Die eigentlich kindliche Handschrift zeigt bei jedem Strich den gleichen Druck und die gleiche Zeit, nach jedem Strich das Absetzen der Innervation. Das Kind wendet also zu jedem Strich noch einen isolirten, besonderen Willensimpuls auf und die einzelnen Impulse sind von annähernd gleicher Stärke.

4. Schreibtypen.

Individuelle Schreibtypen festzustellen ist uns nicht gelungen. Dagegen lassen sich sehr wohl drei allgemeine Schreibtypen von einander unterscheiden, nämlich der männliche, weibliche und kindliche Schreibtypus. Ihr Unterschied besteht darin, dass das männliche Geschlecht bei vorgeschriebenem Tempo mit starkem Druck, das weibliche Geschlecht und Kinder mit schwachem Druck und kleinen Buchstaben schreiben. Außerdem zeichnet sich das kindliche Schreiben noch dadurch aus, dass es langsam und mit flachen Curven geschieht und einen noch nicht ausgebildeten Rhythmus besitzt. Bei vorgeschriebenem Tempo schreiben die Erwachsenen meistens voreilend, was bei Kindern nicht vorkommt. Die Damen schreiben, wie alle ausgeführten Versuche erkennen lassen, ohne Rhythmus (bei selbstgewähl-

tem Tempo), mit größerem Druck und langsam. Die Herren dagegen schnell und mit schwächerem Druck als die Kinder. Die Knaben ebenfalls langsam mit größeren Buchstaben und noch schwächerem Druck als die Damen, untaktmäßig und mehr malend als schreibend. Die regelmäßigsten Curven sind bei den Herren, die unregelmäßigsten bei den Kindern zu finden.

5. Allgemeine Bedingungen des Schreibens.

1. Alle Bestandtheile der Schrift stehen in gesetzmäßigen Verhältnissen zu einander; weder Druck noch Tempo, noch Form, noch innere und äußere Bedingungen können isolirt verändert werden.

2. Jedem Schriftzeichen entspricht ein gewisses Tempo, bei welchem es am besten ausgeführt wird.

2. Das vorgeschriebene Tempo gleicht die Formen der Schreibcurven der Erwachsenen mit denjenigen der Kinder aus.

4. Die Uebung erleichtert das Schreiben, indem sie die Schrift verkleinert, zugleich verbessert und den Druck vermindert.

5. Die Ermüdung gestaltet die Schreibcurven gleichmäßiger, zugleich erniedrigt sie den Druck.

6. Eine ungünstige psycho-physische Disposition der Versuchsperson verlangsamt das Schreiben, gestaltet die Druckcurven unregelmäßig, vergrößert die Schrift und erhöht den Druck.

7. Eine schwierigere Schriftleistung wird mit stärkerem Druck ausgeführt, gleichgültig wodurch die Erschwerung herbeigeführt wird.

8. Die Schrift wird erschwert a) durch die Beschleunigung des Arbeitstempos; b) durch die absichtliche Willensanstrengung, über das gewohnte Tempo hinauszugehen; c) durch die Aenderung der Schriftlage; d) durch die ungewohnte Art der psychischen Vorbereitung.

9. Die Schreibgeschwindigkeit wird durch die Anregung und durch die Erschwerung der Arbeit verändert.

10. Beim rhythmischen Schreiben wird die Arbeit bei den Erwachsenen (durch die Anregung?) gegen das Ende hin beschleunigt.

11. Die Schreibzeiten einzelner Zeichen hängen von der Länge des Schreibweges ab, sodann von der Häufigkeit ihres Vorkommens und von der Entwickelung der Schrift, außerdem aber von der Schnellig-

keit des vorgeschriebenen Tempos, endlich von der Uebung, Gewöhnung und Anregung.

12. Die Druckbreiten der Curven (das Verweilen auf dem Maximum des Druckes) und die Pausen werden in hohem Grade durch die Aenderung der gestellten Aufgabe und durch das vorgeschriebene Tempo beeinflusst.

6. Männliche, weibliche und Kinderhandschrift.

1. Frauen schreiben im Durchschnitt größer, langsamer und mit größerem Druck als die Männer. Die Schreibbewegungen gehen bei den Frauen schwieriger und mit stärkerer Willensanstrengung von statten, als bei den Männern.

2. Kinder schreiben größer, langsamer, unregelmäßiger und unrhythmischer, mit geringerem Druck als Damen.

3. Auf eine Beschleunigung des Schreibtempos antworten die Männer vorzugsweise mit einer Steigerung der Willensanstrengung, die Frauen und Kinder dagegen mit einer Verkleinerung der Schriftzüge und Verkleinerung des Druckes.

4. Die sinnlosen Wörter werden von Frauen mit großem Druck, unregelmäßigen Curven, langsam und mit großen Buchstaben geschrieben; von den Männern mit großem Druck, schnell und weitläufigen Buchstaben; von Mädchen mit großem Druck, großen Buchstaben und langsam, von Knaben dagegen mit großem Druck, schnell und mit großen Buchstaben.

5. Nach Dictat schreiben die Frauen mit geringem Druck, kleinen Buchstaben und schnell; die Männer mit großem Druck, schnell und mit weitläufigen Buchstaben; Mädchen und Knaben mit geringem Druck, schnell und mit kleineren Buchstaben.

6. Auswendig schreiben die Erwachsenen mit starkem Druck; Knaben langsam mit geringem Druck und kleineren Buchstaben; Mädchen mit großem Druck, langsam und großen Buchstaben.

7. Beim Abschreiben schreiben alle Versuchspersonen mit großem Druck, langsam und großen Buchstaben.

8. Die Haarstriche werden mit weniger Druck, unregelmäßiger und langsamer als die Grundstriche ausgeführt.

9. Je complicirter die Zeichen werden, desto größeren Druck

wenden die Damen und Herren an, die Kinder hingegen führen sie mit um so schwächerem Druck aus.

10. Die spitzen Zeichen werden mit starkem, die runden dagegen mit schwachem Druck ausgeführt.

11. Es gibt Frauen mit männlicher und Männer mit frauenhafter Schrift.

12. Erst mit dem schnellen Tempo werden bei Kindern Gesammtinnervationen gebildet.

Vita.

Ich, Dobri Awramoff, aus Eski-Djumaia in Bulgarien, wurde am 25. September 1877 geboren.

Nach Absolvirung der fünften Gymnasialclasse zu Varna trat ich in das pädagogische Seminar zu Schumla ein, absolvirte dasselbe 1896 und bezog nach zweijährigem Schuldienst in Varna und Eski-Djumaia die Universität Bern, wo ich zwei Semester (Wintersemester 1898/99 und Sommersemester 1899) studirte. Seit dem Wintersemester 1899/1900 studirte ich in Zürich Pädagogik und Philosophie (insbesondere Psychologie).

Den Herren Professoren, die mich in meinen Studien unterstützt haben, insbesondere Herrn Professor Meumann in Zürich, spreche ich meinen herzlichsten Dank aus.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.